

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005473

International filing date: 25 March 2005 (25.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-088282
Filing date: 25 March 2004 (25.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年 3月25日

出願番号 Application Number: 特願2004-088282

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

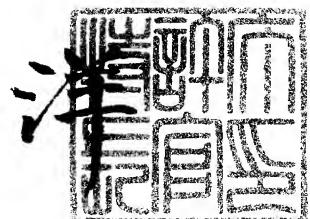
出願人 Applicant(s): 株式会社ニコン

J P 2004-088282

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2005年 4月20日

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 04-00076
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/027
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
【氏名】 柴崎 祐一
【特許出願人】
【識別番号】 000004112
【氏名又は名称】 株式会社ニコン
【代理人】
【識別番号】 100102901
【弁理士】
【氏名又は名称】 立石 篤司
【電話番号】 042-739-6625
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 053132
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9408046

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

投影光学系を介して基板にパターンを露光する露光装置であって、

前記基板を載置して移動可能な基板ステージと；

液体が供給されるプレートを有し、前記投影光学系及び前記液体を介して前記露光に関する計測を行う計測部と；を備え、

前記計測部を構成する前記プレートを含む少なくとも一部が交換可能に構成されていることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

投影光学系を介して基板にパターンを露光する露光装置であって、

前記基板を載置して移動可能な基板ステージと；

少なくとも1つの端面が鏡面加工されたプレートを有し、前記投影光学系を介して前記露光に関する計測を行う計測部と；を備え、

前記計測部を構成する前記プレートを含む少なくとも一部が交換可能に構成されていることを特徴とする露光装置。

【請求項 3】

前記計測部は、前記基板ステージの一部にその少なくとも一部が設けられた計測ユニットから成り、該計測ユニットを構成する前記プレートを少なくとも含む一部の構成部材は、前記基板ステージに着脱自在に取り付けられていることを特徴とする請求項1又は2に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記計測部は、前記基板ステージとは独立して2次元面内で移動可能な計測ステージ本体と、該計測ステージ本体上に取り付けられた前記プレートを少なくとも含む計測ユニットの少なくとも一部の構成部材と、を有する計測ステージによって構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記計測部は、前記基板ステージとは独立して2次元面内で移動可能な計測ステージ本体と、該計測ステージ本体上に設けられ、前記計測ステージ本体に着脱自在に取り付けられた前記プレートを少なくとも含む計測ユニットの少なくとも一部の構成部材とを有する計測ステージによって構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記計測ユニットの少なくとも一部の構成部材は、前記計測ステージ本体上に着脱自在に取り付けられた計測テーブル本体と、該計測テーブル本体上に設けられた前記プレートとを含むことを特徴とする請求項4又は5に記載の露光装置。

【請求項 7】

前記計測ステージ本体上に取り付けられたレベリングテーブルを更に備え、

前記計測テーブル本体は、前記レベリングテーブル上で微動可能に支持されていることを特徴とする請求項6に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記レベリングテーブルは、6自由度方向に駆動可能であり、

前記計測テーブル本体は、水平面内の3自由度方向に駆動可能であることを特徴とする請求項7に記載の露光装置。

【請求項 9】

前記計測ステージ本体上で前記レベリングテーブルを支持する、前記2次元面に直交する重力方向に関する剛性が低い支持機構を更に備えることを特徴とする請求項8に記載の露光装置。

【請求項 10】

投影光学系を介して基板にパターンを露光する露光装置であって、

前記基板を載置して移動可能な基板ステージと；

交換可能なプレートを有し、前記投影光学系を介して前記露光に関する計測を行う計測部と；

前記プレートの交換時期を検出する検出装置と；を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 1 1】

前記プレートには、少なくとも 1 つの基準マークと、少なくとも 1 つの計測用パターンとが形成され、

前記計測部は、前記投影光学系を介して前記プレートに照射される露光光を、前記計測用パターンを介して受光する受光系を有することを特徴とする請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 1 2】

前記プレートには、複数種類の計測用パターンが形成され、

前記計測部は、前記計測用パターンに対応して、前記受光系を複数有することを特徴とする請求項 1 1 に記載の露光装置。

【請求項 1 3】

前記複数種類の計測用パターンは、空間像計測用開口パターン、照明むら計測用ピンホール開口パターン、照度計測用開口パターン、波面収差計測用開口パターンのうちの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の露光装置。

【請求項 1 4】

前記基板が載置される前記基板ステージとは別の基板ステージを少なくとも 1 つ更に備えることを特徴とする請求項 1 ~ 1 3 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 1 5】

前記計測部による計測を、前記基板ステージ上の基板の交換時間に応じて実行する制御装置を更に備える請求項 1 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 1 6】

前記制御装置は、特定種類の計測を、前記基板の交換時間に応じて複数回に分けて実行することを特徴とする請求項 1 5 に記載の露光装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて基板上にデバイスパターンを転写するリソグラフィ工程を含む、デバイス製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】露光装置及びデバイス製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は露光装置及びデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、半導体素子（集積回路）、液晶表示素子などの電子デバイスを製造する際にリソグラフィ工程で用いられる露光装置及び該露光装置を用いるデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、半導体素子（集積回路等）、液晶表示素子等の電子デバイスを製造するリソグラフィ工程では、マスク（又はレチクル）のパターンの像を投影光学系を介して、レジスト（感光剤）が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の感光性の物体（以下、「ウエハ」と呼ぶ）上の複数のショット領域の各々に転写するステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）や、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ（スキャナとも呼ばれる））などが、主として用いられている。

【0003】

この種の投影露光装置では、集積回路の高集積化によるパターンの微細化に伴って、より高い解像力（解像度）が年々要求されるようになり、そのために露光光の短波長化及び投影光学系の開口数（NA）の増大化（大NA化）が次第に進んできた。しかるに、露光光の短波長化及び投影光学系の大NA化は、投影露光装置の解像力を向上させる反面、焦点深度の狭小化を招く。また、露光波長は将来的に更に短波長化することが確実視されており、このままでは焦点深度が狭くなり過ぎて、露光動作時のマージンが不足するおそれがある生じていた。

【0004】

そこで、実質的に露光波長を短くして、かつ空気中に比べて焦点深度を大きく（広く）する方法として、液浸法を利用した露光装置が、最近注目されるようになってきた。この液浸法を利用した露光装置として、投影光学系の下面とウエハ表面との間を水又は有機溶媒等の液体で局所的に満たした状態で露光を行うものが知られている（例えば、下記特許文献1参照）。この特許文献1に記載の露光装置では、液体中での露光光の波長が、空気中の $1/n$ 倍（nは液体の屈折率で通常1.2～1.6程度）になることをを利用して解像度を向上すると共に、その解像度と同一の解像度が液浸法によらず得られる投影光学系（このような投影光学系の製造が可能であるとして）に比べて焦点深度をn倍に拡大する、すなわち空気中に比べて焦点深度を実質的にn倍に拡大することができる。

【0005】

また、近時においては、ウエハステージ（基板ステージ）とは独立して、2次元面内で駆動可能で、計測に用いられる計測器が設けられたステージ（計測ステージ）を、備えた露光装置も提案されている（例えば、特許文献2、3等参照）。この計測ステージを採用する場合、ウエハステージにはウエハの露光の際に必要となる必要最低限の構成部材（例えばウエハホールダなど）のみを設ければ良いので、ウエハステージの小型、軽量化を図ることができる。これにより、ウエハステージを駆動する駆動機構（モータ）の小型化及びモータからの発熱量を低減することができ、ウエハステージの熱変形や露光精度の低下を極力抑制することができる期待される。

【0006】

しかるに、前述した液浸露光装置に、計測ステージを採用する場合には、計測ステージ上に水を浸した状態で露光に関する種々の計測が行われるので、計測ステージの液体に接する部材の表面が液体との接触及び露光光の照射により劣化し、露光に関する各種計測の計測精度が経時に劣化し、ひいては露光精度を長期に渡って維持することが困難になる蓋然性が高い。勿論、計測ステージの各計測器部分の上面には撥水コートが施されるが、この撥水コートは、一般的に、液浸露光で用いられる露光光（遠紫外域又は真空紫外域の

光)に対して弱く、その露光光の照射により劣化するという性質を有している。

【0007】

なお、計測ステージを採用せず、ウェハステージに各種計測器を設ける場合であっても、液体に接する部材（この部材の表面に撥水コートが施されることが多い）の表面が液体との接触及び露光光の照射により劣化し、露光に関する各種計測の計測精度が経時に劣化するという現象が、上記と同様に生じ得る。

【0008】

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【特許文献2】特開平11-135400号公報

【特許文献3】特開平3-211812号公報

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、上述した事情の下になされたものであり、第1の観点からすると、投影光学系（PL）を介して基板（W）にパターンを露光する露光装置であって、前記基板を載置して移動可能な基板ステージ（WST）と；液体（Lq）が供給されるプレート（101）を有し、前記投影光学系及び前記液体を介して前記露光に関する計測を行う計測部（MTB）と；を備え、前記計測部を構成する前記プレートを含む少なくとも一部が交換可能に構成されていることを特徴とする第1の露光装置である。

【0010】

これによれば、液体が供給されるプレートを有し、投影光学系及び液体を介して前記露光に関する計測を行う計測部のうち、プレートを含む少なくとも一部が交換可能とされている。このため、プレート表面が液体との接触で劣化する前に、そのプレートを含む少なくとも一部を交換することで、露光に関する計測を常時高精度に行うことができ、ひいては高精度な露光を維持することが可能となる。

【0011】

本発明は第2の観点からすると、投影光学系（PL）を介して基板（W）にパターンを露光する露光装置であって、前記基板を載置して移動可能な基板ステージ（WST）と；少なくとも1つの端面が鏡面加工されたプレート（101'）を有し、前記投影光学系を介して前記露光に関する計測を行う計測部（MTB）と；を備え、前記計測部を構成する前記プレートを含む少なくとも一部が交換可能に構成されていることを特徴とする第2の露光装置である。

【0012】

これによれば、計測部を構成するプレートを含む少なくとも一部が交換可能とされていることから、このプレート表面が計測の際の露光光の照射などにより劣化する前に、そのプレートを含む少なくとも一部を交換することで、露光に関する計測を常時高精度に行うことができ、ひいては高精度な露光を維持することが可能となる。また、プレートは、その少なくとも1つの端面が鏡面加工されていることから、プレートを含む計測部の少なくとも一部を新たなものに交換する際に、その交換後の部品をラフに位置決めしても、プレートの鏡面加工された端面を介して、例えば干渉計等を用いてプレートの位置を正確に計測することができる。従って、交換の際に計測部の一部をラフに位置決めしても、計測の際に計測部を所望の位置に正確に位置決めすることが可能となるので、交換に長時間をかける必要がなく、交換に伴うダウントIMEの増加による装置稼動効率の低下を効果的に防止することが可能となる。

【0013】

本発明の第3の観点からすると、投影光学系（PL）を介して基板（W）にパターンを露光する露光装置であって、前記基板を載置して移動可能な基板ステージ（WST）と；交換可能なプレート（101）を有し、前記投影光学系を介して前記露光に関する計測を行う計測部（MTB）と；前記プレートの交換時期を検出する検出装置（20、MEM）と；を備えることを特徴とする第3の露光装置である。

【0014】

これによれば、計測部の計測精度が低下し始める直前の時期を予め実験などで求め、この時期を検出装置が検出するプレートの交換時期として予め設定しておき、検出装置が当該交換時期を検出したときにプレートの交換をすることとすることで、計測部の計測精度が低下するより以前の最適な時期にプレートを交換することが可能となる。すなわち、計測部による露光に関する計測の計測精度を高精度に維持することができるとともに、プレートの交換頻度を極力抑制することができる。従って、露光精度を長期に渡って高精度に維持することができるとともに、プレートの交換に伴うダウントIMEの増加による装置稼動効率の低下を効果的に防止することが可能となる。

【0015】

また、リソグラフィ工程において、本発明の第1～第3の露光装置を用いて基板上にデバイスパターンを転写することにより、高集積度のマイクロデバイスの生産性を向上することが可能である。従って、本発明は、更に別の観点からすると、本発明の第1～第3の露光装置のいずれかを用いるデバイス製造方法であるとも言える。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

《第1の実施形態》

以下、本発明の第1の実施形態を図1～図10に基づいて説明する。

【0017】

図1には、第1の実施形態の露光装置100の概略構成が示されている。この露光装置100は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置、すなわちいわゆるスキャニング・ステッパー（スキャナとも呼ばれる）である。この露光装置100は、照明系10、マスクとしてのレチクルRを保持するレチクルステージRST、投影ユニットPU、基板ステージとしてのウェハステージWST及び計測部としての計測ステージMSTを有するステージ装置50、及びこれらの制御系等を備えている。ウェハステージWST上には、基板としてのウェハWが載置されるようになっている。

【0018】

前記照明系10は、不図示のレチクルブラインドで規定されたレチクルR上のスリット状の照明領域をエネルギービームとしての照明光（露光光）ILによりほぼ均一な照度で照明する。ここで、照明光ILとしては、一例としてArFエキシマレーザ光（波長193nm）が用いられている。

【0019】

前記レチクルステージRST上には、回路パターンなどがそのパターン面（図1における下面）に形成されたレチクルRが、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージRSTは、例えばリニアモータ等を含むレチクルステージ駆動部11（図1では図示せず図7参照）によって、照明系10の光軸（後述する投影光学系PLの光軸AXに一致）に垂直なXY平面内で微少駆動可能であるとともに、所定の走査方向（ここでは図1における紙面内左右方向であるY軸方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。

【0020】

レチクルステージRSTのステージ移動面内の位置（Z軸回りの回転を含む）は、レチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）116によって、移動鏡15（実際には、Y軸方向に直交する反射面を有するY移動鏡とX軸方向に直交する反射面を有するX移動鏡とが設けられている）を介して、例えば0.5～1nm程度の分解能で常時検出される。このレチクル干渉計116の計測値は、主制御装置20（図1では不図示、図7参照）に送られ、主制御装置20では、このレチクル干渉計116の計測値に基づいてレチクルステージRSTのX軸方向、Y軸方向及びθZ方向（Z軸回りの回転方向）の位置を算出するとともに、この算出結果に基づいてレチクルステージ駆動部11を制御することで、レチクルステージRSTの位置（及び速度）を制御する。

【0021】

レチクルRの上方には、投影光学系PLを介してレチクルR上の一対のレチクルアライメントマークとこれらに対応する計測ステージMST上の一対の基準マーク（以下、「第1基準マーク」と呼ぶ）とを同時に観察するための露光波長の光を用いたTTR（Through The Reticle）アライメント系から成る一対のレチクルアライメント検出系RAa, RA bがX軸方向に所定距離隔てて設けられている。これらのレチクルアライメント検出系RAa, RA bとしては、例えば特開平7-176468号公報（対応する米国特許第5,646,413号）などに開示されるものと同様の構成のものが用いられている。

【0022】

前記投影ユニットPUは、レチクルステージRSTの図1における下方に配置されている。投影ユニットPUは、鏡筒40と、該鏡筒40内に所定の位置関係で保持された複数の光学素子から成る投影光学系PLとを含んで構成されている。投影光学系PLとしては、例えばZ軸方向の共通の光軸AXを有する複数のレンズ（レンズエレメント）から成る屈折光学系が用いられている。この投影光学系PLは、例えば両側テレセントリックで所定の投影倍率（例えば1/4倍又は1/5倍）を有する。このため、照明系10からの照明光ILによってレチクルRの照明領域が照明されると、このレチクルRを通過した照明光ILにより、投影光学系PL（投影ユニットPU）を介してその照明領域内のレチクルRの回路パターンの縮小像（回路パターンの一部の縮小像）が表面にレジスト（感光剤）が塗布されたウエハ上に形成される。

【0023】

また、図示は省略されているが、投影光学系PLを構成する複数のレンズのうち、特定の複数のレンズは、主制御装置20からの指令に基づいて、結像特性補正コントローラ381（図7参照）によって制御され、投影光学系PLの光学特性（結像特性を含む）、例えば倍率、ディストーション、コマ収差、及び像面湾曲（像面傾斜を含む）などを調整できるようになっている。

【0024】

なお、本実施形態の露光装置100では、後述するように液浸法を適用した露光が行われるため、開口数NAが実質的に増大することに伴いレチクル側の開口が大きくなる。このため、レンズのみで構成する屈折光学系においては、ペツツヴァルの条件を満足することが困難となり、投影光学系が大型化する傾向にある。かかる投影光学系の大型化を避けるために、ミラーとレンズとを含んで構成される反射屈折系（カタディ・オプトリック系）を用いても良い。

【0025】

また、本実施形態の露光装置100では、液浸法を適用した露光を行うため、投影光学系PLを構成する最も像面側（ウエハW側）の光学素子としてのレンズ（以下、「先玉」ともいう）91の近傍には、液浸装置132を構成する液体供給ノズル51Aと、液体回収ノズル51Bとが設けられている。

【0026】

前記液体供給ノズル51Aには、その一端が液体供給装置288（図1では不図示、図7参照）に接続された不図示の供給管の他端が接続されており、前記液体回収ノズル51Bには、その一端が液体回収装置292（図1では不図示、図7参照）に接続された不図示の回収管の他端が接続されている。

【0027】

前記液体供給装置288は、液体のタンク、加圧ポンプ、温度制御装置、並びに供給管に対する液体の供給・停止を制御するためのバルブ等を含んで構成されている。バルブとしては、例えば液体の供給・停止のみならず、流量の調整も可能となるように、流量制御弁を用いることが望ましい。前記温度制御装置は、液体タンク内の液体の温度を、露光装置本体が収納されているチャンバ（不図示）内の温度と同程度の温度に調整する。

【0028】

前記液体回収装置292は、液体のタンク及び吸引ポンプ、並びに回収管を介した液体の回収・停止を制御するためのバルブ等を含んで構成されている。バルブとしては、前述

した液体供給装置288側のバルブに対応して流量制御弁を用いることが望ましい。

【0029】

上記の液体としては、ここでは、ArFエキシマレーザ光（波長193nmの光）が透過する超純水（以下、特に必要な場合を除いて、単に「水」と記述する）を用いるものとする。超純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できると共に、ウエハ上のフォトレジストや光学レンズ等に対する悪影響がない利点がある。

【0030】

水の屈折率nは、ほぼ1.44である。この水の中では、照明光ILの波長は、 $193\text{ nm} \times 1/n = \text{約 } 134\text{ nm}$ に短波長化される。

【0031】

前記液体供給装置288及び液体回収装置292は、それぞれコントローラを具備しており、それぞれのコントローラは、主制御装置20によって制御されるようになっている（図7参照）。液体供給装置288のコントローラは、主制御装置20からの指示に応じ、供給管に接続されたバルブを所定開度で開き、液体供給ノズル51Aを介して先玉91とウエハWとの間に水を供給する。また、このとき、液体回収装置292のコントローラは、主制御装置20からの指示に応じ、回収管に接続されたバルブを所定開度で開き、液体回収ノズル51Bを介して先玉91とウエハWとの間から液体回収装置292（液体のタンク）の内部に水を回収する。このとき、主制御装置20は、先玉91とウエハWとの間に液体供給ノズル51Aから供給される水の量と、液体回収ノズル51Bを介して回収される水の量とが常に等しくなるように、液体供給装置288のコントローラ、液体回収装置292のコントローラに対して指令を与える。従って、先玉91とウエハWとの間に、一定量の水Lq（図1参照）が保持される。この場合、先玉91とウエハWとの間に保持された水Lqは、常に入れ替わっている。

【0032】

上記の説明から明らかなように、本実施形態の液浸装置132は、上記液体供給装置288、液体回収装置292、供給管、回収管、液体供給ノズル51A及び液体回収ノズル51B等を含んで構成された、局所液浸装置である。

【0033】

なお、投影ユニットPU下方に計測ステージMSTが位置する場合にも、上記と同様に計測テーブルMTBと先玉91との間に水を満たすことが可能である。

【0034】

なお、上記の説明では、その説明を簡単にするため、液体供給ノズルと液体回収ノズルとがそれぞれ1つずつ設けられているものとしたが、これに限らず、例えば、国際公開第99/49504号パンフレットに開示されるように、ノズルを多数有する構成を採用することとしても良い。要は、投影光学系PLを構成する最下端の光学部材（先玉）91とウエハWとの間に液体を供給することができるのであれば、その構成はいかなるものであっても良い。

【0035】

なお、不図示ではあるが、水Lqが保持される液浸領域の外側、例えば液体供給ノズル51A、液体回収ノズル51Bの外側に、例えば光ファイバ式の漏水センサが設置されており、主制御装置20は、この漏水センサの出力に基づいて漏水発生を瞬時に検知できる構成となっている。

【0036】

前記ステージ装置50は、フレームキャスタFCと、該フレームキャスタFC上に設けられたベース盤12と、該ベース盤12の上面の上方に配置されたウエハステージWST及び計測ステージMSTと、これらのステージWST、MSTの位置を計測する干渉計16、18を含む位置計測装置としての干渉計システム118（図7参照）と、ステージWST、MSTを駆動するステージ駆動部124（図7参照）と、を備えている。

【0037】

前記フレームキャスタFCは、ステージ装置50を斜視図にて示す図2から分かるよう

に、そのX側方向一側と他側の端部近傍にY軸方向を長手方向とし上方に突出した凸部F C a, F C bが一体的に形成された概略平板状の部材から成る。

【0038】

前記ベース盤12は、定盤とも呼ばれる板状部材からなり、フレームキャスタF Cの前記凸部F C a, F C bに挟まれた領域上に配置されている。ベース盤12の上面は平坦度が非常に高く仕上げられ、ウエハステージW S T及び計測ステージM S Tの移動の際のガイド面とされている。

【0039】

前記ウエハステージW S Tは、図2に示されるように、ベース盤12上に配置されたウエハステージ本体28と、該ウエハステージ本体28上に不図示のZ・チルト駆動機構を介して搭載されたウエハテーブルW T Bとを備えている。Z・チルト駆動機構は、実際には、ウエハステージ本体28上でウエハテーブルW T Bを3点で支持する3つのアクチュエータ（例えば、ボイスコイルモータ又はE Iコア）等を含んで構成され、ウエハテーブルW T BをZ軸方向、θ_x方向（X軸回りの回転方向）、θ_y方向（Y軸回りの回転方向）の3自由度方向に微小駆動する。

【0040】

前記ウエハステージ本体28は、断面矩形枠状でX軸方向に延びる中空部材によって構成されている。このウエハステージ本体28の下面には、複数、例えば4つの不図示の気体静圧軸受け、例えばエアベアリングが設けられ、これらのエアベアリングを介してウエハステージW S Tが前述のガイド面の上方に数μm程度のクリアランスを介して非接触で浮上支持されている。

【0041】

前記フレームキャスタF Cの凸部F C aの上方には、図2に示されるように、Y軸方向に延びるY軸用の固定子86が配置されている。同様に、フレームキャスタF Cの凸部F C bの上方には、Y軸方向に延びるY軸用の固定子87が、配置されている。これらのY軸用の固定子86、87は、それぞれの下面に設けられた不図示の気体静圧軸受、例えばエアベアリングによって凸部F C a, F C bの上面に対して所定のクリアランスを介して浮上支持されている。Y軸用の固定子86、87は、本実施形態では、複数の永久磁石群から成る磁極ユニットとして構成されている。

【0042】

前記ウエハステージ本体28の内部には、X軸方向の移動子としての永久磁石群を有する磁極ユニット90が設けられている。

【0043】

磁極ユニット90の内部空間には、X軸方向に延びるX軸用の固定子80が挿入されている。このX軸用の固定子80は、X軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の電機子コイルを内蔵する電機子ユニットによって構成されている。この場合、磁極ユニット90と電機子ユニットから成るX軸用の固定子80とによって、ウエハステージW S TをX軸方向に駆動するムービングマグネット型のX軸リニアモータが構成されている。以下においては、適宜、上記X軸リニアモータを、その固定子（X軸用の固定子）80と同一の符号を用いて、X軸リニアモータ80と呼ぶものとする。なお、ムービングマグネット型のリニアモータに代えて、ムービングコイル型のリニアモータを用いても良い。

【0044】

前記X軸用の固定子80の長手方向の一側と他側の端部には、例えばY軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の電機子コイルを内蔵する電機子ユニットから成る移動子82、83が、それぞれ固定されている。これらの移動子82、83のそれぞれは、前述したY軸用の固定子86、87にそれぞれ内側から挿入されている。すなわち、本実施形態では、電機子ユニットから成る移動子82、83と磁極ユニットから成るY軸用の固定子86、87とによって、ムービングコイル型のY軸リニアモータが構成されている。以下においては、上記2つのY軸リニアモータのそれぞれを、それぞれの可動子（移動子）82、83と同一の符号を用いて、適宜、Y軸リニアモータ82、Y軸リニアモータ83とも

呼ぶものとする。なお、Y軸リニアモータ82, 83として、ムービングマグネット型のリニアモータを用いても良い。

【0045】

すなわち、ウェハステージWSTは、X軸リニアモータ80により、X軸方向に駆動されるとともに、一対のY軸リニアモータ82, 83によってX軸リニアモータ80と一緒にY軸方向に駆動される。また、ウェハステージWSTは、Y軸リニアモータ82, 83が発生するY軸方向の駆動力を僅かに異ならせることにより、θz方向にも回転駆動される。

【0046】

前記ウェハテーブルWTB上には、ウェハWを保持するウェハホルダ70が設けられている。ウェハホルダ70は、板状の本体部と、該本体部の上面に固定されその中央にウェハWの直径より2mm程度直径が大きな円形開口が形成された補助プレートとを備えている。この補助プレートの円形開口内部の本体部の領域には、多数のピンが配置されており、その多数のピンによってウェハWが支持された状態で真空吸着されている。この場合、ウェハWが真空吸着された状態では、そのウェハW表面と補助プレートの表面との高さがほぼ同一の高さとなるようになっている。

【0047】

また、ウェハテーブルWTBの上面には、図2に示されるように、X軸方向の一端(−X側端)にX軸に直交する反射面を有するX移動鏡17XがY軸方向に延設され、Y軸方向の一端(+Y側端)にY軸に直交する反射面を有するY移動鏡17YがX軸方向に延設されている。これらの移動鏡17X, 17Yの各反射面には、図2に示されるように、後述する干渉計システム118(図7参照)を構成するX軸干渉計46, Y軸干渉計18からの干渉計ビーム(測長ビーム)がそれぞれ投射され、各干渉計46, 18ではそれぞれの反射光を受光することで、各反射面の基準位置(一般には投影ユニットPU側面や、オフアクシス・アライメント系ALG(図7, 図8(A)等参照)の側面に固定ミラーを配置し、そこを基準面とする)からの計測方向の変位を計測する。Y軸干渉計18は、投影光学系PLの投影中心(光軸AX)及びアライメント系ALGの検出中心を結ぶY軸に平行な測長軸を有しており、X軸干渉計46は、Y軸干渉計18の測長軸と投影光学系PLの投影中心で垂直に交差する測長軸を有している(図8(A)等参照)。

【0048】

前記Y軸干渉計18は、少なくとも3本の光軸を有する多軸干渉計であり、各光軸の出力値は独立に計測できるようになっている。このY軸干渉計18の出力値(計測値)は、図7に示されるように、主制御装置20に供給され、主制御装置20ではY軸干渉計18からの出力値に基づいて、ウェハテーブルWTBのY軸方向の位置(Y位置)のみならず、X軸回りの回転量(ピッキング量)及びZ軸回りの回転量(ヨーイング量)をも計測できるようになっている。また、X軸干渉計46は、少なくとも2本の光軸を有する多軸干渉計であり、各光軸の出力値は独立に計測できるようになっている。このX軸干渉計46の出力値(計測値)は、主制御装置20に供給され、主制御装置20ではX軸干渉計46からの出力値に基づいて、ウェハテーブルWTBのX軸方向の位置(X位置)のみならず、Y軸回りの回転量(ローリング量)をも計測できるようになっている。

【0049】

上述のように、ウェハテーブルWTB上には、実際には、移動鏡17X, 17Yが設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡17として示されている。なお、例えば、ウェハテーブルWTBの端面を鏡面加工して反射面(前述した移動鏡17X, 17Yの反射面に相当)を形成しても良い。

【0050】

前記計測ステージMSTは、図2に示されるように、X軸方向を長手方向とするYステージ81などの複数の部材の組み合わせによって構成され、その最下面(ベース盤12に最も接近している部材の下面)に設けられた複数の気体静圧軸受け、例えはエアペアリングを介してベース盤12の上面(ガイド面)上方に数μm程度のクリアランスを介して非

接触で浮上支持されている。

【0051】

計測ステージMSTは、図3(A)の斜視図からも分かるように、X軸方向に細長い長方形の板状の計測ステージ本体81cと該計測ステージ本体81c上面のX軸方向の一側、他側にそれぞれ固定された一対の突出部81a、81bとを有するYステージ81と、前記計測ステージ本体81cの上面の上方に配置されたレベリングテーブル52と、該レベリングテーブル52上に設けられた計測ユニットとしての計測テーブルMTBとを備えている。

【0052】

前記Yステージ81を構成する計測ステージ本体81cのX軸方向の一側と他側の端面には、Y軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の電機子コイルを内蔵する電機子ユニットから成る移動子84、85が、それぞれ固定されている。これらの移動子84、85のそれぞれは、前述したY軸用の固定子86、87にそれぞれ内側から挿入されている。すなわち、本実施形態では、電機子ユニットから成る移動子84、85と磁極ユニットから成るY軸用の固定子86、87とによって、ムービングコイル型のY軸リニアモータが構成されている。以下においては、上記2つのY軸リニアモータのそれを、それぞれの可動子を構成する移動子84、85と同一の符号を用いて、適宜、Y軸リニアモータ84、Y軸リニアモータ85とも呼ぶものとする。本実施形態では、これらのY軸リニアモータ84、85によって、計測ステージMSTの全体が、Y軸方向に駆動される。なお、このY軸リニアモータ84、85をムービングマグネット型のリニアモータとしても良い。

【0053】

前記計測ステージ本体81cの底面には、前述の複数の気体静圧軸受けが設けられている。この計測ステージ本体81c上面のX軸方向の一側、他側の-Y側端部近傍に、前述の一対の突出部81a、81bが相互に対峙して固定されている。これらの突出部81a、81b相互間には、X軸方向にそれぞれ延びる固定子61、固定子63が、Z軸方向(上下)に所定間隔を隔てて配置され、それぞれの両端部が突出部81a、81bにそれぞれ固定されている。

【0054】

前記レベリングテーブル52の+X側の端面には、Xボイスコイルモータ54aの可動子が設けられ、該Xボイスコイルモータ54aの固定子は、計測ステージ本体81cの上面に固定されている。また、レベリングテーブル52の+Y端面には、Yボイスコイルモータ54b、54cの可動子がそれぞれ設けられ、これらのYボイスコイルモータ54b、54cの固定子は、計測ステージ本体81cの上面に固定されている。前記Xボイスコイルモータ54aは、例えは磁極ユニットから成る可動子と電機子ユニットから成る固定子とから構成され、これらの間の電磁相互作用により、X軸方向の駆動力を発生する。また、前記Yボイスコイルモータ54b、54cも同様に構成され、Y軸方向の駆動力を発生する。すなわち、レベリングテーブル52は、Xボイスコイルモータ54aによりYステージ81に対して、X軸方向に駆動され、Yボイスコイルモータ54b、54cによりYステージ81に対してY軸方向に駆動される。また、ボイスコイルモータ54b、54cが発生する駆動力を異ならせることにより、レベリングテーブル52をYステージ81に対してZ軸回りの回転方向(θ_z 方向)へ駆動することができるようになっている。

【0055】

前記レベリングテーブル52は、図4に一部を断面して模式的に示されるように、その底面が開口した外観が板状の筐体から成り、その内部には、Z軸方向の駆動力を発生する3つのZボイスコイルモータ56a、56b、56c(ただし、紙面奥側のZボイスコイルモータ56cについては不図示)が、それぞれ配置されている。これらのZボイスコイルモータ56a、56b、56cそれぞれの固定子は、電機子ユニットから成り、計測ステージ本体81cの上面に固定されている。また、これらのZボイスコイルモータ56a、56b、56cそれぞれの可動子は、磁極ユニットから成り、レベリングテーブル52

に固定されている。これらの乙ボイスコイルモータ56a, 56b, 56cは、それぞれの固定子と可動子との間の電磁相互作用により、乙軸方向の駆動力を発生する。従って、レベリングテーブル52は、乙ボイスコイルモータ56a, 56b, 56cによって乙軸方向に駆動されるとともに、X軸回りの回転方向(θx方向), Y軸回りの回転方向(θy方向)にも微小駆動されるようになっている。

【0056】

すなわち、レベリングステージ52は、前述したXボイスコイルモータ54a, Yボイスコイルモータ54b, 54c、乙ボイスコイルモータ56a～56cにより、6自由度方向(X, Y, Z, θx, θy, θz)に非接触で微小駆動可能とされている。

【0057】

また、前記レベリングテーブル52の内部には、図4に示されるように、レベリングテーブル52の自重をキャンセルする自重キャンセル機構58も配置されている。この自重キャンセル機構58は、前述の乙ボイスコイルモータ56a～56cで構成される三角形の略重心位置の近傍に配置されている。

【0058】

自重キャンセル58は、図5の縦断面図に示されるように、下端部(−Z側端部)が開口し、上端部(+Z端部)が閉塞された円筒状のシリンダ部170Aと、該シリンダ部170Aの内部に前記開口を介して挿入され、該シリンダ部170Aに対して相対移動可能なピストン部170Bとを備えている。

【0059】

前記シリンダ部170Aには、その下端部(−Z側端部)近傍にその内周面の全周にわたって環状の第1環状凸部172aが形成されている。また、第1環状凸部172aの下側(−Z側)には所定間隔をあけて第2環状凸部172bが形成されている。そして、シリンダ部170Aの第1環状凸部172aと第2環状凸部172bとの間に形成された所定深さの環状凹溝172dの内部底面には、シリンダ部170Aの内部空間と外部とを連通する貫通孔172cが所定の間隔で複数箇所に形成されている。

【0060】

前記ピストン部170Bは、その外周面と前記第1、第2環状凸部172a, 172bとの間に所定のクリアランスが形成された状態で、シリンダ部170A内に挿入されている。

【0061】

ピストン部170Bは、第1の直径の円柱部と、その−Z側に設けられ円柱部と同心の第2の直径(>第1の直径)の円板部との2部分から成る段付き円柱状の形状を有している。このピストン部170Bには、上端面の中央部から底面まで達する乙軸方向の通気管路174aが形成されている。通気管路174aは、ピストン部170Bの下端面(−Z側端面)に形成された、溝174bに連通し、ピストン部170Bの下端面近傍では、該下端面に近づくほど狭くなるように加工されている。すなわち、通気管路174aの下端部は、一種のノズル(先細ノズル)の役目を果たすように形成されている。なお、溝174bは、実際には、円とその中心で直交する十字とを組み合わせた形状を有している。

【0062】

また、ピストン部170Bの上端面の周縁の近傍には、中心角90°の間隔で4つの通気管路176a～176d(ただし、図5では通気管路176a, 176cのみを図示、通気管路176b, 176dについては不図示)が、ピストン部170Bの高さ方向中央部やや上側の位置まで掘り下げられた状態で形成されている。これら通気管路176a～176dの下端部近傍にはピストン部170Bの外周面の外側に連通する気体噴出口としての絞り孔178が貫通形成されている。

【0063】

この場合、シリンダ部170Aの内部のピストン部170Bより上方には、ほぼ気密状態の空間180が形成されている。この空間180には、シリンダ部170Aの一部に形成された不図示の開口を介して給気管の一端が接続されており、この給気管の他端は、不

図示の気体供給装置に接続されている。この気体供給装置から、例えばヘリウムなどの希ガスあるいは窒素、又は空気などの気体が給気管を介して空間180内に供給され、該空間180は、シリンドラ170Aの外部に比べて気圧の高い陽圧空間とされている。従って、以下では、空間180を「陽圧空間180」とも呼ぶものとする。

【0064】

このようにして構成された自重キャンセラ58では、図6に示されるように、空間180が陽圧空間とされることにより通気管路174a内には矢印A₁で示されるガスの流れ（以下、適宜「流れA₁」とも呼ぶ）が生じる。この流れA₁で示されるガスが、前述の通気管路174aの下端の先細ノズル部から噴出され、溝174b内に矢印A₂で示されるガスの流れが生じる。このガスが、溝174bの全域に行き渡り、溝の全体から計測ステージ本体81cの上面に向けて噴出される。これにより、ピストン部170Bの底面と計測ステージ本体81cの上面との間のガスの静圧（隙間内圧力）により、ピストン部170Bの底面と計測ステージ本体81cの上面との間に、所定のクリアランス△L₁が形成されるようになっている。すなわち、ピストン部170Bの底面には、実質的に、一種の気体静圧軸受が形成されており、ピストン部170Bが計測ステージ本体81cの上方に非接触で浮上支持されている。以下では、この気体静圧軸受を「スラスト軸受」とも呼ぶものとする。

【0065】

通気管路174aと同様に、通気管路176a～176dにも矢印B₁で示されるガスの流れが生じることとなり、これに伴って、絞り孔178には、ピストン部170B内部から外部に向かう、矢印B₂で示されるガスの流れが生じ、絞り孔178から噴出されたガスは、第2環状凸部172bに対して噴き付けられることとなる。このとき、第2環状凸部172bとピストン部170B外周面との間のガスの静圧（隙間内圧力）により、ピストン部170Bの外周面と、第1、第2環状凸部172a、172bとの間には、所定のクリアランス△L₂が形成されるようになっている。すなわち、ピストン部170Bの周壁には、実質的に、気体静圧軸受が形成されており、ピストン部170Bとシリンドラ部170Aとの間は非接触とされている。以下では、この気体静圧軸受を「ラジアル軸受」とも呼ぶものとする。

【0066】

更に、シリンドラ部170Aの環状凹溝172dに所定間隔で形成された複数の貫通孔172cには、矢印C₁で示されるガスの流れが生じており、これにより、第2環状凸部172bに噴き付けられたガス、陽圧空間180内のガス等、クリアランス△L₂内のガスが外部に排出されるようになっている。

【0067】

本実施形態の自重キャンセラ58によると、その上端部でレベリングテーブル52を支持した際に、その自重は、陽圧空間180の陽圧により支持されるとともに、Yステージ81を構成する計測ステージ本体81cの上面との間には、スラスト軸受の作用により、常にクリアランス△L₁を維持することが可能となっている。また、レベリングテーブル52に傾斜方向（θ_x、θ_y方向）に傾こうとする力が生じた場合であっても、ラジアル軸受の作用により、クリアランス△L₂を維持しようとするので、レベリングテーブル52の傾斜が吸収されることとなる。従って、自重キャンセラ58によると、レベリングテーブル52を陽圧により低剛性で支持するとともに、その傾斜を吸収することが可能となっている。

【0068】

図3(A)に戻り、前記計測テーブルMTBは、ゼロデュア（ショット社の商品名）等の材料により構成される計測テーブル本体59と、該計測テーブル本体59の一Y側面に上下に並んで固定された、X軸方向を長手方向とする断面略U字状の可動子62、64とを備えている。

【0069】

前記計測テーブル本体59の底面には、複数、例えば4つのエアベアリング42（図4

参照)が設けられ、これらのエアベアリング42を介して計測テーブルMTBがレベリングテーブル52の上面の上方に数 μ m程度のクリアランスを介して非接触で浮上支持されている。

【0070】

前記可動子62は、YZ断面略U字状の可動子ヨークと、該可動子ヨークの内面(上下面)にX軸方向に沿って所定間隔でかつ交互に配置されたN極永久磁石とS極永久磁石の複数の組から成る永久磁石群とを備え、前述の固定子61に係合状態とされている。可動子62の可動子ヨークの内部空間には、X軸方向に沿って交番磁界が形成されている。前記固定子61は、例えはX軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の電機子コイルを内蔵する電機子ユニットから成る。すなわち、固定子61と可動子62とによって、計測テーブルMTBをX軸方向に駆動するムービングマグネット型のX軸リニアモータLXが構成されている。

【0071】

前記可動子64は、YZ断面略U字状の可動子ヨークと、該可動子ヨークの内面(上下面)に1つずつ設けられたN極永久磁石とS極永久磁石とを備え、前述の固定子63に係合状態とされている。可動子64の可動子ヨークの内部空間には、+Z向き又は-Z向きの磁界が形成されている。前記固定子63は、その内部に、N極磁石とS極磁石とにより形成される磁界中でX軸方向にのみ電流が流れるような配置で配置された電機子コイルを備えている。すなわち、可動子64と固定子63とによって、計測テーブルMTBをY軸方向に駆動するムービングマグネット型のYボイスコイルモータVYが構成されている。

【0072】

これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、Y軸リニアモータ82～85及びX軸リニアモータ80、ウェハテーブルWTBを駆動する不図示の微動機構、計測ステージMST上の上述した各モータ(54a～54c, 56a～56c, LX, VY)により、図7に示されるステージ駆動部124が構成されている。このステージ駆動部124を構成する各種駆動機構が、図7に示される主制御装置20によって制御されるようになっている。

【0073】

前記計測テーブルMTBは、露光に関する各種計測を行うための計測器類を、さらに備えている。これをさらに詳述すると、計測テーブル本体59の上面には、例えはゼロデュア(ショット社の商品名)や石英ガラス等のガラス材料から成るプレート101が設けられている。このプレート101の表面にはそのほぼ全面に渡ってクロムが塗布され、所々に計測器用の領域や、特開平5-21314号公報(対応する米国特許第5,243,195号)などに開示される複数の基準マークが形成された基準マーク領域FMが設けられている。

【0074】

前記計測器用の領域には、パターンニングが施され、各種計測用開口パターンが形成されている。この計測用開口パターンとしては、例えは空間像計測用開口パターン(例えはスリット状開口パターン)、照明むら計測用ピンホール開口パターン、照度計測用開口パターン、及び波面収差計測用開口パターンなどが形成されている。

【0075】

前記空間像計測用開口パターンの下方の計測テーブル本体59の内部には、投影光学系PL及び水を介してプレート101に照射される露光光を、前記空間像計測用開口パターンを介して受光する受光系が設けられており、これによって、例えは特開2002-14005号公報(対応する米国特許出願公開第2002/0041377号明細書)などに開示される投影光学系PLにより投影されるパターンの空間像(投影像)の光強度を計測する空間像計測器が構成されている。

【0076】

また、照明むら計測用ピンホール開口パターンの下方の計測テーブル本体59の内部には、受光素子を含む受光系が設けられており、これによって、特開昭57-117238

号公報（対応する米国特許第4,465,368号）などに開示される投影光学系PLの像面上で照明光ILを受光するピンホール状の受光部を有する照度むら計測器が構成されている。

【0077】

また、照度計測用開口パターンの下方の計測テーブル本体59の内部には、受光素子を含む受光系が設けられており、これによって、例えば特開平11-16816号公報（対応する米国特許出願公開第2002/0061469号明細書）などに開示される投影光学系PLの像面上で水を介して照明光ILを受光する所定面積の受光部を有する照度モニタが構成されている。

【0078】

また、波面収差計測用開口パターンの下方の計測テーブル本体59の内部には、例えばマイクロレンズアレイを含む受光系が設けられており、これによって例えば国際公開第99/60361号パンフレット（対応する欧州特許第1,079,223号明細書）などに開示される波面収差計測器が構成されている。

【0079】

なお、図7では上記の空間像計測器、照度むら計測器、照度モニタ及び波面収差計測器が、計測器群43として示されている。

【0080】

なお、本実施形態では、投影光学系PLと水とを介して露光光（照明光）ILによりウエハWを露光する液浸露光が行われるのに対応して、照明光ILを用いる計測に使用される上記の照度モニタ、照度むら計測器、空間像計測器、波面収差計測器などでは、投影光学系PL及び水を介して照明光ILを受光することとなる。このため、プレート101の表面には撥水コートが施されている。なお、上記各計測器は、例えば光学系などの一部だけが計測ステージMSTに搭載されていても良いし、計測器全体を計測ステージMSTに配置するようにしても良い。

【0081】

前記計測テーブルMTB（プレート101）の上面には、X軸方向の一端（-X側端）にX軸に直交する反射面を有するX移動鏡117XがY軸方向に延設され、Y軸方向の一端（-Y側端）にY軸に直交する反射面を有するY移動鏡117YがX軸方向に延設されている。Y移動鏡117Yの反射面には、図2に示されるように、干渉計システム118を構成するY軸干渉計16からの干渉計ビーム（測長ビーム）が投射され、干渉計16ではその反射光を受光することにより、Y移動鏡117Yの反射面の基準位置からの変位を計測する。また、計測テーブルMTBが、計測時などに投影ユニットPUの直下に移動した場合には、X移動鏡117Xの反射面にX軸干渉計46からの干渉計ビーム（測長ビーム）が投射され、干渉計46ではその反射光を受光することにより、X移動鏡117Xの反射面の基準位置からの変位を計測するようになっている。Y軸干渉計16は、投影光学系PLの投影中心（光軸AX）で前述のX軸干渉計46の測長軸と垂直に交差するY軸方向に平行な測長軸を有している。

【0082】

前記Y軸干渉計16は、少なくとも3本の光軸を有する多軸干渉計であり、各光軸の出力値は独立に計測できるようになっている。このY軸干渉計16の出力値（計測値）は、図7に示されるように、主制御装置20に供給され、主制御装置20ではY軸干渉計16からの出力値に基づいて、計測テーブルMTBのY位置のみならず、ピッキング量及びZヨーリング量をも計測できるようになっている。また、主制御装置20ではX軸干渉計46からの出力値に基づいて、計測テーブルMTBのX位置及びローリング量を計測するようになっている。

【0083】

これまでの説明からわかるように、本実施形態では、Y軸干渉計18からの干渉計ビームは、ウエハステージWSTの移動範囲の全域で常に移動鏡17Yに投射され、Y軸干渉計16からの干渉計ビームは、計測ステージMSTの移動範囲の全域で常に移動鏡117

Yに投射されるようになっている。従って、Y軸方向については、常にステージWST、MSTの位置は、主制御装置20によりY軸干渉計18、16の計測値に基づいて管理される。

【0084】

この一方、図2からも容易に想像されるように、主制御装置20は、X軸干渉計46からの干渉計ビームが、移動鏡17Xに当たる範囲でのみ、X軸干渉計46の出力値にもとづいてウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）のX位置を管理するとともに、X軸干渉計46からの干渉計ビームが、移動鏡117Xに当たる範囲でのみ、X軸干渉計46の出力値に基づいて計測テーブルMTB（計測ステージMST）のX位置を管理する。従って、X軸干渉計46の出力値に基づいてX位置を管理できない間の、ウエハテーブルWTB、計測テーブルMTBの位置は、不図示のエンコーダで計測されるようになっており、このエンコーダの計測値に基づいて、主制御装置20は、X軸干渉計46の出力値に基づいてX位置を管理できない間の、ウエハテーブルWTB、計測テーブルMTBの位置を管理する。

【0085】

また、主制御装置20は、X軸干渉計46からの干渉計ビームが、移動鏡17X、117Xのいずれにも当たらない状態から移動鏡17X又は移動鏡117Xに当たり始めた直後の時点で、それまで制御に用いられていなかったX軸干渉計46をリセットし、それ以後は、干渉計システム118を構成する、Y軸干渉計18又は16と、X軸干渉計46とを用いて、ウエハステージWST又は計測ステージMSTの位置を管理するようになっている。

【0086】

本実施形態では、2つのY軸干渉計16、18と、1つのX軸干渉計46とによって、図7の干渉計システム118が構成されているが、X軸干渉計を複数設け、常にいずれかのX軸干渉計からの干渉計ビームが、移動鏡17X、117Xに当たるような構成を採用しても良い。この場合には、ウエハステージWST、計測ステージMSTの位置を管理するX軸干渉計を、これらのステージのX位置に応じて切り替えれば良い。

【0087】

また、前述の多軸干渉計は45°傾いてステージWST、MSTに設置される反射面を介して、投影ユニットPUが保持される保持部材に設置される反射面にレーザビームを照射し、その反射面とステージとの投影光学系PLの光軸方向（Z軸方向）に関する相対位置情報を検出するようにしても良い。

【0088】

また、本実施形態の露光装置100では、投影ユニットPUを保持する保持部材には、オフアクシス・アライメント系（以下、「アライメント系」と略述する）ALG（図1では図示せず、図7、図8（A）等参照）が設けられている。このアライメント系ALGとしては、例えばウエハ上のレジストを感光させないブロードバンドな検出光束を対象マークに照射し、その対象マークからの反射光により受光面に結像された対象マークの像と不図示の指標（アライメント系ALG内に設けられた指標板上の指標パターン）の像とを摄像素子（CCD等）を用いて撮像し、それらの摄像信号を出力する画像処理方式のFIA（Field Image Alignment）系のセンサが用いられている。アライメント系ALGからの摄像信号は、図7の主制御装置20に供給されるようになっている。

【0089】

なお、アライメント系ALGとしては、FIA系に限らず、コヒーレントな検出光を対象マークに照射し、その対象マークから発生する散乱光又は回折光を検出する、あるいはその対象マークから発生する2つの回折光（例えば同次数の回折光、あるいは同方向に回折する回折光）を干渉させて検出するアライメントセンサを単独であるいは適宜組み合わせて用いることは勿論可能である。

【0090】

本実施形態の露光装置100では、図1では図示が省略されているが、照射系90a及

び受光系90b（図7参照）から成る、例えば特開平6-283403号公報（対応米国特許第5,448,332号）等に開示されるものと同様の斜入射方式の多点焦点位置検出系が設けられている。本実施形態では、一例として、照射系90aが投影ユニットPUの一X側にて投影ユニットPUを保持する保持部材に吊り下げ支持され、受光系90bが投影ユニットPUの+X側にて保持部材の下方に吊り下げ支持されている。すなわち、照射系90a及び受光系90bと、投影光学系PLとが、同一の部材に取り付けられており、両者の位置関係が一定に維持されている。

【0091】

図7には、露光装置100の制御系の主要な構成が示されている。この制御系は、装置全体を統括的に制御するマイクロコンピュータ（又はワークステーション）から成る主制御装置20を中心として構成されている。また、主制御装置20には、メモリMEM、CRTディスプレイ（又は液晶ディスプレイ）等のディスプレイDISが接続されている。

【0092】

次に、上述のようにして構成された本実施形態の露光装置100における、ウエハステージWSTと計測ステージMSTとを用いた並行処理動作について、図8（A）～図10に基づいて説明する。なお、以下の動作中、主制御装置20によって、液浸装置132の液体供給装置288及び液体回収装置292の各バルブの開閉制御が前述したようにして行われ、投影光学系PLの先玉91の直下には常時水が満たされている。しかし、以下では、説明を分かり易くするため、液体供給装置288及び液体回収装置292の制御に関する説明は省略する。

【0093】

図8（A）には、ウエハステージWST上のウエハW（ここでは例えば1ロット（1ロットは25枚又は50枚）の最後のウエハとする）に対するステップ・アンド・スキャン方式の露光が行われている状態が示されている。このとき、計測ステージMSTは、ウエハステージWSTと衝突しない所定の待機位置にて待機している。

【0094】

上記の露光動作は、主制御装置20により、事前に行われた例えばエンハンスト・グローバル・アライメント（EGA）などのウエハアライメントの結果及び最新のアライメント系ALGのベースラインの計測結果等に基づいて、ウエハW上の各ショット領域の露光のための走査開始位置（加速開始位置）へウエハステージWSTが移動されるショット間移動動作と、各ショット領域に対するレチクルRに形成されたパターンを走査露光方式で転写する走査露光動作とを繰り返すことにより、行われる。

【0095】

ここで、上記のウエハステージWSTが移動されるショット間移動動作は、主制御装置20が、干渉計18、46の計測値をモニタしつつ、X軸リニアモータ80及びY軸リニアモータ82、83を制御することで行われる。また、上記の走査露光は、主制御装置20が、干渉計18、46及びレチクル干渉計116の計測値をモニタしつつ、レチクルステージ駆動部11並びにY軸リニアモータ82、83（及びX軸リニアモータ80）を制御して、レチクルR（レチクルステージRST）とウエハW（ウエハステージWST）とをY軸方向に関して相対走査し、その相対走査中の加速終了後と減速開始直前の間の等速移動時に、照明光ILの照明領域に対してレチクルR（レチクルステージRST）とウエハW（ウエハステージWST）とをY軸方向に関して等速同期移動することで実現される。なお、上記の露光動作は、先玉91とウエハWとの間に水を保持した状態で行われる。

【0096】

そして、ウエハステージWST側で、ウエハWに対する露光が終了した段階で、主制御装置20は、干渉計16の計測値、及び不図示のエンコーダの計測値に基づいてY軸リニアモータ84、85及びX軸リニアモータLXを制御して、計測ステージMST（計測テーブルMTB）を図8（B）に示される位置まで移動させる。この図8（B）の状態では、計測テーブルMTBの+Y側面とウエハテーブルWTBの-Y側面とは接触している。

なお、干渉計 16, 18 の計測値をモニタして計測テーブル MTB とウエハテーブル WTB とを Y 軸方向に 300 μm 程度離間させて、非接触の状態を保っても良い。

【0097】

次いで、主制御装置 20 は、ウエハテーブル WTB と計測テーブル MTB の Y 軸方向の位置関係を保つつつ、両ステージ WST, MST を +Y 方向に同時に駆動する動作を開始する。

【0098】

このようにして、主制御装置 20 により、ウエハステージ WST、計測ステージ MST が同時に駆動されると、図 8 (B) の状態では、投影ユニット PU の先玉 91 とウエハ W との間に保持されていた水が、ウエハステージ WST、計測ステージ MST の +Y 側への移動に伴って、ウエハ W → ウエハホルダ 70 → 計測テーブル MTB 上を順次移動する。なお、上記の移動の間中、ウエハテーブル WTB、計測テーブル MTB は相互に接触する位置関係を保っている。図 9 (A) には、上記の移動の途中に水がウエハステージ WST、計測ステージ MST 上に同時に存在するときの状態、すなわちウエハステージ WST 上から計測ステージ MST 上に水が渡される直前の状態が示されている。

【0099】

図 9 (A) の状態から、更にウエハステージ WST、計測ステージ MST が +Y 方向に同時に所定距離駆動されると、図 9 (B) に示されるように、計測ステージ MST と先玉 91 との間に水が保持された状態となる。これに先立って、主制御装置 20 では、X 軸干渉計 46 からの干渉計ビームが計測テーブル MTB 上の移動鏡 117X に照射されるようになつたいすれかの時点で X 軸干渉計 46 のリセットを実行している。また、図 9 (B) の状態では、主制御装置 20 は、ウエハテーブル WTB (ウエハステージ WST) の X 位置を、不図示のエンコーダの計測値に基づいて管理している。

【0100】

次いで、主制御装置 20 は、ウエハステージ WST の位置を干渉計 18、エンコーダの計測値に基づいて管理しつつ、リニアモータ 80, 82, 83 を制御して、所定のウエハ交換位置にウエハステージ WST を移動させるとともに次のロットの最初のウエハへの交換を行い、これと並行して、計測ステージ MST を用いた所定の計測を必要に応じて実行する。この計測としては、例えばレチクルステージ RST 上のレチクル交換後に行われる、アライメント系 ALG のベースライン計測が一例として挙げられる。具体的には、主制御装置 20 では、計測テーブル MTB 上のプレート 101 上に設けられた基準マーク領域 FM 内の一対の第 1 基準マークと対応するレチクル上のレチクルアライメントマークを前述のレチクルアライメント系 RAa, RAb を用いて同時に検出して一対の第 1 基準マークと対応するレチクルアライメントマークの位置関係を検出する。これと同時に、主制御装置 20 では、上記基準マーク領域 FM 内の第 2 基準マークをアライメント系 ALG で検出することで、アライメント系 ALG の検出中心と第 2 基準マークとの位置関係を検出する。そして、主制御装置 20 は、上記一対の第 1 基準マークと対応するレチクルアライメントマークの位置関係とアライメント系 ALG の検出中心と第 2 基準マークとの位置関係と、既知の一対の第 1 基準マークと第 2 基準マークとの位置関係とに基づいて、投影光学系 PL によるレチクルバターンの投影中心とアライメント系 ALG の検出中心との距離、すなわちアライメント系 ALG のベースラインを求める。なお、このときの状態が、図 10 に示されている。

【0101】

なお、上記のアライメント系 ALG のベースラインの計測とともに、レチクル上にレチクルアライメントマークを複数対形成し、これに対応して基準マーク領域 FM 内に複数対の第 1 基準マークを形成しておき、少なくとも 2 対の第 1 基準マークと対応するレチクルアライメントマークとの相対位置を、レチクルステージ RST、ウエハステージ WST を Y 軸方向にステップ移動しつつ、レチクルアライメント系 RAa, RAb を用いて計測することで、いわゆるレチクルアライメントが行われる。

【0102】

この場合、レチクルアライメント系RAa, RA_bを用いたマークの検出は、投影光学系PL及び水を介して行われる。

【0103】

そして、上述した両ステージWST, MST上における作業が終了した段階で、主制御装置20は、計測ステージMSTとウエハステージWSTとを、接触させ、その状態を維持しつつ、XY面内で駆動し、ウエハステージWSTを投影ユニット直下に戻す。この移動中も、主制御装置20では、X軸干渉計46からの干渉計ビームがウエハテーブルWTB上の移動鏡17Xに照射されるようになつたいずれかの時点でX軸干渉計46のリセットを実行している。そして、ウエハステージWST側では、交換後のウエハに対してウエハアライメント、すなわちアライメント系ALGによる交換後のウエハ上のアライメントマークの検出を行い、ウエハ上の複数のショット領域の位置座標を算出する。なお、前述のように、計測ステージMSTとウエハステージWSTとを非接触の状態にしても良い。

【0104】

その後、主制御装置20では、先程とは逆にウエハステージWSTと計測ステージMSTのY軸方向の位置関係を保ちつつ、両ステージWST, MSTを- Y方向に同時に駆動して、ウエハステージWST(ウエハ)を投影光学系PLの下方に移動させた後、計測ステージMSTを所定の位置に退避させる。

【0105】

その後、主制御装置20では、上記と同様に新たにウエハに対してステップ・アンド・スキャン方式の露光動作を実行し、ウエハ上の複数のショット領域にレチクルパターンを順次転写する。

【0106】

なお、上記の説明では、計測動作として、ベースライン計測を行う場合について説明したが、これに限らず、ウエハステージWST側で各ウエハの交換を行っている間に、計測ステージMSTの計測器群43を用いて、照度計測、照度むら計測、空間像計測、波面収差計測などを行い、その計測結果をその後に行われるウエハの露光に反映させることとしても良い。具体的には、例えば、計測結果に基づいて前述した結像特性補正コントローラ381により投影光学系PLの調整を行うこととすることができる。

【0107】

この場合、ウエハ交換に要する時間に応じて、ウエハ交換毎に、異なる計測を行なうこととすることができる。また、1つの計測が1度のウエハ交換の間に完了しない場合には、その計測を分割して複数回に渡って行うこととすることもできる。

【0108】

ところで、上述したように、前記各計測器を用いた計測は、計測テーブルMTBのプレート101上に、水が満たされた状態で行われるため、プレート101の表面(上面)には撥水コートが施されている。しかしながら、この撥水コートは紫外線に弱く、長時間紫外線が照射されると劣化するため、所定の頻度で撥水コート部分のメンテナンス(交換)を行う必要がある。かかる点に鑑みて、本実施形態の露光装置100では、計測テーブルMTBを、計測ステージMSTのその他の構成部分と非接触で係合した状態としている。すなわち、計測テーブルMTBを+Y側にずらして、XリニアモータLX、YボイスコイルモータVYそれぞれの可動子と固定子との係合を解除することにより、図3(B)に示されるように、計測ステージMSTから計測テーブルMTBを、容易に取り外すことができるようになっている。そして、本実施形態では、所定の交換時期に、計測テーブルMTBを新たな計測テーブルに交換することとしている。

【0109】

計測テーブルMTBの交換を行う時期としては、各種計測の計測精度を良好に維持し、かつその計測テーブルMTBの交換に伴う装置のダウンタイムを極力少なくする観点から、撥水コートが劣化する直前(劣化が所定の許容範囲を超える直前)とすることが望ましい。

【0110】

そこで、本実施形態では、予め実験により、撥水コートの劣化と計測テーブルMTBに設けられた各種計測器の計測結果の変化との関係に基づいて、撥水コートが劣化する直前の各種計測器の計測値を求め、各種計測器の計測結果が許容値を超える境目の値を閾値としてメモリMEM（図7参照）に記憶しておく。そして、装置の使用中は、計測テーブルMTBを用いて計測が行われた場合に、主制御装置20が、その計測結果とメモリMEMに記憶された閾値とを比較することで、交換時期が到来したか否かを判断することとしている。そして、主制御装置20は、交換時期が到来したと判断したとき、ディスプレイDIS（図7参照）にその旨を表示する。そこで、オペレータは、露光装置100の運転を停止して、計測テーブルMTBの交換をマニュアルにて実行する。すなわち、本実施形態では、主制御装置20及びメモリMEMによってプレート101の交換時期を検出する検出装置が構成されている。

【0111】

なお、計測テーブルMTBの交換に用いられるロボットなどを備えている場合には、主制御装置20は、交換時期をディスプレイDISに表示するとともに、装置の運転を停止して、そのロボットなどを用いて、計測テーブルMTBを外部に搬出するとともに、新しい計測テーブルを、計測ステージ本体81c上に搬入するようにすることも可能である。

【0112】

また、計測テーブルMTBの交換を行う時期の検出は、例えば露光光とは別に、露光光と同一波長の光（検出光）を、光ファイバ等を用いて投影ユニットPU近傍に導き、計測テーブルMTBのプレート101の各種計測に用いる部分以外の部分に、計測時間と同一（又は幾分長い）時間だけ検出光を照射し、そのときの検出光の照度（光量）等を、交換時期検出専用として設けられた光センサで計測し、この計測結果に基づいて劣化度合を算出することで、交換時期の到来を判断することとしても良い。この他、シミュレーション等で予め求めておいた劣化時間に基づいて、タイマーなどを用いて、劣化度合を予測することとしても良い。要は、何らかの手段を用いて撥水コートの劣化具合を検知し、交換時期が到来したことを検出することができるであれば、その手法は問わない。

【0113】

以上詳細に説明したように、本実施形態の露光装置100によると、水（液体）が供給されるプレート101を有し、投影光学系及び水を介して露光に関する計測を行う計測ステージMSTでは、プレート101を含む計測テーブルMTBが交換可能とされている。このため、プレート101表面に水が供給された状態で、投影光学系PL及び水を介して露光に関する計測が計測ステージMSTを用いて繰り返し行われる場合であっても、プレート101表面が水との接触で劣化する前に、計測テーブルMTBを交換することで、露光に関する計測を常時高精度に行うことができ、ひいては高精度な露光を維持することが可能となる。

【0114】

また、本実施形態の露光装置では、計測テーブルMTBに設けられた各種計測器の計測精度が低下し始める直前の時期を予め実験などで求め、この時期を計測テーブルMTBの交換時期として予め設定しておき、その時期の到来を、主制御装置20が、前述のようにして検出する。従って、その検出結果に応じて計測テーブルMTBを交換することで、計測テーブルMTBに設けられた各種計測器の計測精度が低下するより以前の最適な時期に計測テーブルMTBを交換することが可能となる。すなわち、計測テーブルMTBによる露光に関する計測の計測精度を高精度に維持することができるとともに、計測テーブルMTBの交換頻度を極力抑制することができる。従って、露光精度を長期に渡って高精度に維持することができるとともに、計測テーブルの交換に伴うダウントIMEの増加による装置稼動効率の低下を効果的に防止することが可能となる。

【0115】

また、露光装置100によると、液浸露光により、高解像度かつ空気中と比べて大焦点深度の露光を行うことで、レチクルRのパターンを精度良くウエハ上に転写することができ、例えはデバイスルールとして70～100nm程度の微細パターンの転写を実現する

ことができる。

【0116】

なお、上記実施形態では、計測ステージMSTが交換可能な計測テーブルMTBを備えている場合について説明したが、本発明がこれに限られるものではなく、計測ステージMST自体が交換可能、すなわち、計測ステージをY軸方向に駆動するY軸リニアモータの可動子と固定子との間の係合が解除可能な構成を採用しても良い。

【0117】

なお、上記実施形態では、計測テーブルMTBが計測ステージMSTを構成するレベリングテーブル52に対して着脱自在である場合について説明したが、本発明がこれに限られるものではなく、例えば、計測テーブルが計測ステージMSTの一部にねじ止めされていても良い。かかる場合であっても、ねじを外すことにより計測テーブルは交換可能だからである。

【0118】

また、上記実施形態では、レベリングテーブル52が6自由度、計測テーブルMTBが3自由度有する構成を採用した場合について説明したが、これに限らず、レベリングテーブル52が3自由度、計測テーブルMTBが3自由度有する構成を採用しても良い。また、レベリングテーブル52を設けずに、計測テーブルMTBが6自由度有する構成を採用することとしても良い。要は、プレート101を含む計測部の少なくとも一部が交換可能な構成であれば良い。

【0119】

なお、上記実施形態では、レベリングテーブル52の自重をキャンセルする機構としてピストン状の自重キャンセラ58を採用する場合について説明したが、これに限らず、ベローズ状の自重キャンセラ等を採用することとしても良い。

【0120】

《第2の実施形態》

次に、本発明の第2の実施形態を図11、図12に基づいて説明する。ここで、前述した第1の実施形態と同一若しくは同等の部分については、同一の符号を用いるとともにその説明を簡略にし、若しくは省略するものとする。この第2の実施形態の露光装置では、計測部としての計測ステージの構成等が前述の第1の実施形態と異なっており、その他の部分の構成等は、前述の第1の実施形態と同様になっている。従って、以下では重複説明を避ける観点から相違点を中心として説明する。

【0121】

図11には、本第2の実施形態に係る計測ステージMST'が斜視図にて示されている。この図11と図3(A)とを比べると、本第2の実施形態の計測ステージMST'では、前述した第1の実施形態の計測テーブルMTBに代えて、計測ユニットとしての計測テーブルMTB'が設けられていることがわかる。この計測テーブルMTB'は、前述の計測テーブル本体59と僅かに構成が異なる計測テーブル本体159と、該計測テーブル本体159上に着脱自在に装着されたプレート101'を備えている。従ってこれらの点を除き、基本的には、前述の計測テーブルMTBと同様に構成され、同様の機能を有している。

【0122】

前記プレート101'は、上記第1の実施形態と同様、例えばゼロデュア(ショット社の登録商標)、石英ガラス等のガラス材料から構成され、その表面のほぼ全面に渡ってクロムが塗布され、所々に計測器用の領域や基準マーク領域が設けられている。そして、計測器用の領域には、パターンニングが施され、前述の第1の実施形態と同様の空間像計測用開口パターン(例えばスリット状開口パターン)、照明むら計測用ピンホール開口パターン、照度計測用開口パターン、及び波面収差計測用開口パターンなどの計測用開口パターンが形成されている。

【0123】

また、プレート101'の-Y側端面及び-X側端面は、鏡面加工が施されて反射面(

第1の実施形態における計測テーブルMTB上の移動鏡117X, 117Yの反射面に相当)が形成されている。また、本第2の実施形態においても、プレート101'上に水が供給された状態で、各種計測が行われるので、プレート101'の表面には撥水コートが施されている。

【0124】

本第2の実施形態では、プレート101'は、計測テーブル本体159に設けられた不図示の真空チャックを介して計測テーブル本体159上に吸着保持されている。勿論、真空吸着に限らず、メカニカルな機構を用いて、プレート101'を計測テーブル本体159に固定することとしても良い。

【0125】

前記計測テーブル本体159には、その内部に、前述の各種計測用開口パターンにそれぞれ対応する、複数の受光系が設けられている点は、前述の第1の実施形態と同様である。但し、この計測テーブル本体159の上面には、+X側の端面のY軸方向の中央部に、プレート101'が搭載される領域の下方までX軸方向に延びる溝21aが形成され、-X側の端面のY軸方向の一側と他側の端部近傍に、プレート101'が搭載される領域の下方までX軸方向に延びる溝21b、21cがそれぞれ形成されている。

【0126】

図11における計測ステージMST'の上方には、プレート101'の搬出入に用いられる搬出入機構24が設けられている。この搬出入機構24は、実際には、ベース盤12の-Y方向端部近傍の上方に設けられている。

【0127】

搬出入機構24は、Y軸方向に関するスライド動作及びZ軸方向に関する昇降動作が可能な本体部27と、該本体部27に取り付けられ、X軸方向に関して相反する方向への移動(相互に接近、離間する方向への移動)が可能な+Y方向から見て略L字状の2つのハンド部25a, 25bとを備えている。

【0128】

一方のハンド部25aは、本体部27の外側に+X側の端部が張り出す状態で、本体部27に吊り下げ支持状態で取り付けられており、+X側の端部にはフック部26aが設けられている。また、他方のハンド部25bは、本体部27の外側に-X側の端部が張り出す状態で、本体部27に吊り下げ支持状態で取り付けられており、-X側の端部には、Y軸方向に延びる延設部が設けられ、該延設部の+Y側の端部及び-Y側の端部には、フック部26b, 26cが設けられている。フック部26a, 26b, 26cは、略同一の高さ位置に設けられている。

【0129】

ハンド部25a, 25bは、本体部27内に設けられた不図示の駆動機構により、X軸方向に沿って互いに相反する方向にスライド自在とされている(すなわち、開閉自在とされている)。この搬出入機構24は、主制御装置20により制御されるようになっている。

【0130】

その他の部分の構成等は、前述の第1の実施形態と同様になっている。従って、本第2の実施形態の露光装置においても、前述した第1の実施形態と同様のシーケンスで露光動作及び計測動作が行われる。

【0131】

本第2の実施形態においては、上記第1の実施形態と同様に、予め実験により、撥水コートの劣化と計測テーブルMTB'に設けられた各種計測器の計測結果の変化との関係に基づいて、撥水コートが劣化する直前の各種計測器の計測値を求め、各種計測器の計測結果が許容値を超える境目の値を閾値としてメモリMEMに記憶しておく。そして、計測テーブルMTB'を用いて計測が行われた場合に、主制御装置20が、その計測結果とメモリMEMに記憶された閾値とを比較することで、プレート101'の交換時期が到来したか否かを判断する。すなわち、本第2の実施形態では、主制御装置20及びメモリMEM

によって、プレート101'の交換時期を検出する検出装置が構成される。

【0132】

また、プレート101'の交換時期の検出を、前述の第1の実施形態に掲げるその他の手法を用いて行うこととしても良い。

【0133】

いずれにしても、主制御装置20は、プレート101'の交換時期を検出（交換時期が到来したと判断）すると、交換時期の到来をディスプレイDISに表示して、オペレータからの指示を待つ。あるいは、プレート101'の交換時期を検出（交換時期が到来したと判断）すると、主制御装置20は、交換時期の到来をディスプレイDISに表示するとともに、次のようにして、プレート101'の交換を行う。

【0134】

すなわち、主制御装置20は、搬出入機構24を図11に示される位置まで移動させた後、本体部27を下方に駆動して、ハンド部25a, 25bが開いた状態でフック部26a, 26b, 26cを前述の溝21a, 21b, 21c内部に上方から挿入する。そして、主制御装置20は、本体部27内の駆動機構を介して、ハンド部25a, 25bを所定量だけ閉じる。これによりハンド部25aが-X側に駆動され、ハンド部25bが+X側に駆動され、ハンド部25aのフック部26aとハンド部25bのフック部26b, 26cとがプレート101'の下方にそれぞれ位置するようになる。図12には、このときの状態が示されている。このとき、フック部26b, 26cは、プレート101'の-X側の端面に接してはいない。

【0135】

そして、この図12の状態で、主制御装置20は、計測テーブル本体159の真空チャックを停止して、プレート101'の真空吸着が解除した後、本体部27を+Z方向に駆動することによりフック部26a～26cによってプレート101'を持ち上げる。その後、主制御装置20は、本体部27を所定高さまで上昇駆動した後、-Y側に駆動することで、プレート101'を不図示の搬送系に渡す。これにより、その搬送系によって、プレート101'が露光装置の外部へ搬出され、新たなプレート101'が、前記搬送系によって、露光装置内部の所定位置まで搬送され、その位置に待機している搬出入機構24のハンド部25a, 25bに渡される。

【0136】

その後、主制御装置20が、上記と逆の動作を行うことにより、新たなプレート101'が、計測テーブル本体159上に搬入される。但し、この新たなプレート101'の搬入に際しては、主制御装置20は、計測テーブル本体159に設けられた不図示の位置決めピンにその新たなプレート101'の+X側の端面などを押し当てるなどしてラフな位置決めを行う。そして、位置決め終了後、主制御装置20では、不図示のバキュームチャックをオンにして新たなプレート101'を計測テーブル本体159上に吸着保持する。

【0137】

この場合、前述したようにプレート101'の端面が鏡面加工されていることから、上述のように、プレート101'をラフに位置決めすることとしても、その後に行われる、計測ステージMST'を用いた種々の計測に際しては、プレート101'の位置を干渉計を用いて正確に計測することができるので、結果的に、計測ステージMST'を用いた種々の計測を、プレート交換後も高精度に行うことが可能である。

【0138】

以上説明したように、本第2の実施形態の露光装置によると、計測テーブルMTB'上の各種計測器の計測精度が低下し始める直前の時期を予め実験などで求め、この時期をプレート101'の交換時期として予め設定しておくことで、検出装置としての主制御装置20が、交換時期を検出した場合にプレート101'の交換をすることで、計測テーブルMTB'上の各種計測器の計測精度が低下するより以前の最適な時期にプレートを交換することが可能となる。すなわち、計測テーブルMTB'上の各種計測器による露光に関する計測の計測精度を高精度に維持することができるとともに、プレートの交換頻度を極力

抑制することができる。従って、露光精度を長期に渡って高精度に維持することができるとともに、プレートの交換に伴うダウンタイムの増加による装置稼動効率の低下を効果的に防止することができる。

【0139】

また、本第2の実施形態では、プレート101'は、2つの端面が鏡面加工されていることから、プレート101'を新たなものに交換する際に、その交換後のプレートをラフに位置決めしても、プレートの鏡面加工された端面を介して、干渉計16、46を用いてプレートの位置を正確に計測することができる。従って、交換の際にプレートをラフに位置決めしても、計測の際に計測部としての計測テーブルWTBを所望の位置に正確に位置決めすることが可能となるので、交換に長時間をかける必要がなくなり、この点においても、交換に伴うダウンタイムの増加による装置稼動効率の低下を効果的に防止することができる。

【0140】

また、本第2の実施形態の露光装置においても、液浸露光が行われるので、レチクルRのパターンを精度良くウエハ上に転写することができる。

【0141】

なお、上記第2の実施形態では、プレート101'が交換可能であるものとしたが、本発明がこれに限定されるものではなく、プレートを含む計測部（上記第2の実施形態の計測テーブルがこれに相当）の少なくとも一部が交換可能に構成されれば良い。

【0142】

また、上記第2の実施形態では、プレート101'の交換に際してラフな位置決めで足りるようにするため、プレート101'の端面を鏡面加工するものとしたが、これに限らず、前述の第1の実施形態と同様に、計測テーブルMTB'上に移動鏡117X、117Yを設けることとしても良い。

【0143】

また、上記第2の実施形態では、プレートが交換可能な構成であれば良いので、計測ステージのその他の部分の構成は、図11に示される構成に限られるものではない。例えば、図2のウエハステージWSTのような構成の計測ステージを採用し、この計測ステージが備えるプレートを交換可能に構成しても良い。

【0144】

また、上記第2の実施形態では、プレート101'を交換する機構として、図11に示される搬出入機構24を採用する場合について説明したが、該搬出入機構24に代えて、ウエハローダなどに用いられるロボットを、搬出入機構として採用しても良い。この場合、計測テーブルMTB'のX軸方向の両側にプレートの端部がはみ出す構成を採用して、そのロボットのアームにより下方からプレートを持ち上げてプレート交換を行うようにしても良いし、プレートを計測テーブル本体159から所定高さだけ上昇させるための上下動機構を計測テーブルMTB'に設け、該上下動機構でプレートを持ち上げた状態で、ロボットのアームをプレートの下方に挿入してアームを持ち上げてプレート交換を行うようにしても良い。

【0145】

なお、上記各実施形態では、本発明が液浸露光装置に適用された場合について説明したが、これに限らず、液浸でない露光を行なう露光装置であっても、上記第1の実施形態と同様に計測部の少なくとも一部を交換可能にすること（例えば交換可能な計測テーブル（又は計測ステージ）を設けること）や、上記第2の実施形態と同様に交換可能なプレートを設け、該プレートの端面を鏡面加工すること、さらには、プレートを含む計測部の少なくとも一部の交換時期を検出する検出装置を設けることは、有効である。この場合、プレートに撥水コートを施す必要がないが、プレートを含む計測部の一部を交換することで、高エネルギーの露光光の照射によるプレートの劣化に起因する各種計測精度の低下を効果的に防止することができるからである。

【0146】

なお、上記各実施形態では、ウエハステージWSTとは別に、計測テーブルMTB、MTB'を有する計測部としての計測ステージを設けることとしたが、計測部は、ウエハステージWSTに設けられることとしても良い。この場合、計測部を構成する計測ユニットのプレートを含む少なくとも一部が、ウエハステージWSTに対して着脱可能（交換可能）とされていれば良い。

【0147】

なお、上記各実施形態では、ステージ装置がウエハステージを1つ、計測ステージを1つ具備する場合について説明したが、本発明がこれに限られるものではなく、露光動作のスループットを向上するために、ウエハステージを複数設けることとしても良い。

【0148】

なお、上記各実施形態では、液体として超純水（水）を用いるものとしたが、本発明がこれに限定されることは勿論である。液体としては、化学的に安定で、照明光ILの透過率が高く安全な液体、例えばフッ素系不活性液体を使用しても良い。このフッ素系不活性液体としては、例えばフロリナート（米国スリーエム社の商品名）が使用できる。このフッ素系不活性液体は冷却効果の点でも優れている。また、液体として、照明光ILに対する透過性があつてできるだけ屈折率が高く、また、投影光学系やウエハ表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油等）を使用することもできる。また、F₂レーザを光源とする場合は、ファンプリンオイルを選択すれば良い。

【0149】

また、上記各実施形態で、回収された液体を再利用するようにしても良く、この場合は回収された液体から不純物を除去するフィルタを液体回収装置、又は回収管等に設けておくことが望ましい。

【0150】

なお、上記各実施形態では、投影光学系PLの最も像面側の光学素子が先玉91であるものとしたが、その光学素子は、レンズに限られるものではなく、投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整に用いる光学プレート（平行平面板等）であつても良いし、単なるカバーガラスであつても良い。投影光学系PLの最も像面側の光学素子（上記各実施形態では先玉91）は、照明光ILの照射によってレジストから発生する飛散粒子又は液体中の不純物の付着等に起因して液体（上記各実施形態では水）に接触してその表面が汚れることがある。このため、その光学素子は、鏡筒40の最下部に着脱（交換）自在に固定することとし、定期的に交換することとしても良い。

【0151】

このような場合、液体に接触する光学素子がレンズであると、その交換部品のコストが高く、かつ交換に要する時間が長くなってしまい、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を招く。そこで、液体と接触する光学素子を、例えはレンズ91よりも安価な平行平面板とするようにしても良い。

【0152】

また、上記各実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されることは勿論である。すなわちステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置、さらに、ステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置、又はプロキシミティ方式の露光装置などにも、本発明は適用できる。

【0153】

露光装置の用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを転写する液晶用の露光装置や、有機EL、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD等）、マイクロマシン及びDNAチップなどを製造するための露光装置にも広く適用できる。また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチカル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。

【0154】

なお、上記各実施形態の露光装置の光源は、ArFエキシマレーザに限らず、KrFエキシマレーザ（出力波長248nm）、F₂レーザ（出力波長157nm）、Ar₂レーザ（出力波長126nm）、Kr₂レーザ（出力波長146nm）などのパルスレーザ光源や、g線（波長436nm）、i線（波長365nm）などの輝線を発する超高压水銀ランプなどを用いることも可能である。また、YAGレーザの高調波発生装置などを用いることもできる。この他、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の单一波長レーザ光を、例えばエルビウム（又はエルビウムとイッテルビウムの両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。また、投影光学系は縮小系のみならず等倍および拡大系のいずれでも良い。

【0155】

また、上記各実施形態では、露光装置の照明光ILとしては波長100nm以上の光に限らず、波長100nm未満の光を用いても良いことはいうまでもない。例えは、近年、70nm以下のパターンを露光するために、SORやプラズマレーザを光源として、軟X線領域（例えは5～15nmの波長域）のEUV（Extreme Ultraviolet）光を発生させるとともに、その露光波長（例えは13.5nm）の下で設計されたオール反射縮小光学系、及び反射型マスクを用いたEUV露光装置の開発が行われている。この装置においては、円弧照明を用いてマスクとウエハを同期走査してスキャン露光する構成が考えられる。

【0156】

なお、半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行なうステップ、この設計ステップに基づいたレチカルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、前述した調整方法によりパターンの転写特性が調整される上記実施形態の露光装置で、マスクに形成されたパターンを感光物体上に転写するリソグラフィステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。この場合、リソグラフィステップで、上記各実施形態の露光装置が用いられるので、高精度な露光を長期に渡って実現することができる。従って、微細パターンが形成された高集積度のマイクロデバイスの生産性を向上することができる。

【産業上の利用可能性】

【0157】

以上説明したように、本発明の露光装置及びデバイス製造方法は、半導体素子（集積回路）、液晶表示素子などの電子デバイスを製造するのに適している。

【図面の簡単な説明】

【0158】

【図1】第1の実施形態に係る露光装置を示す概略図である。

【図2】ステージ装置を示す斜視図である。

【図3】図3（A）は、計測ステージを示す斜視図であり、図3（B）は、計測ステージから計測テーブルが取り外された状態を示す斜視図である。

【図4】計測ステージの縦断面図である。

【図5】自重キャンセラの縦断面図である。

【図6】自重キャンセラの作用を説明するための模式図である。

【図7】第1の実施形態の露光装置の制御系の主要な構成を示すブロック図である。

【図8】図8（A）、図8（B）は、第1の実施形態の並行処理動作を説明するための平面図（その1）である。

【図9】図9（A）、図9（B）は、第1の実施形態の並行処理動作を説明するための平面図（その2）である。

【図10】第1の実施形態の並行処理動作を説明するための平面図（その3）である。

【図11】第2の実施形態に係る計測ステージ及び搬出入機構を示す斜視図である。

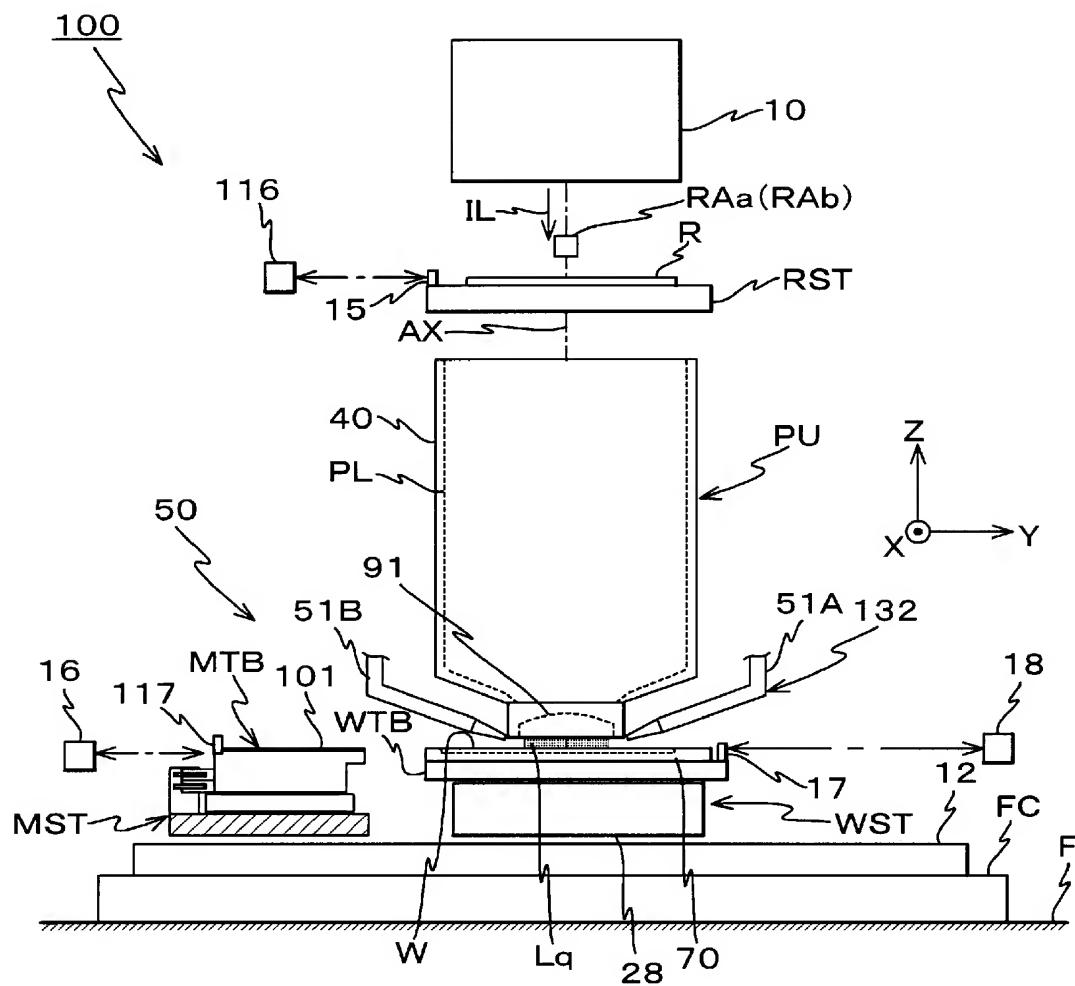
【図12】計測ステージからプレートが搬出される状態を示す斜視図である。

【符号の説明】

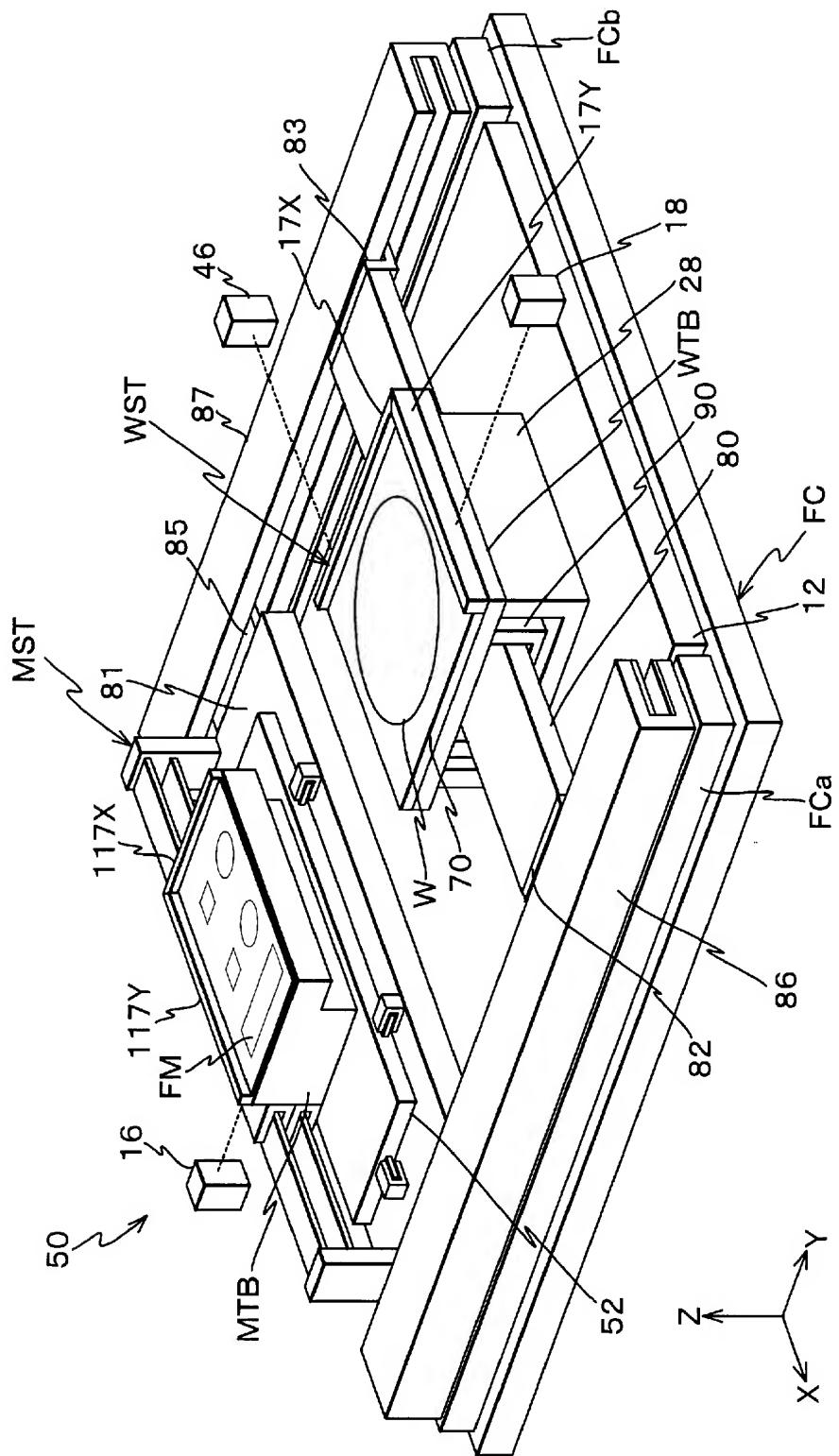
【0159】

20…主制御装置（制御装置、検出装置の一部）、52…レベリングテーブル、58…自重キャンセラ（支持機構）、59…計測テーブル本体、81c…計測ステージ本体、100…露光装置、101, 101'…プレート、FM…基準マーク領域（基準マーク）、Lq…液体（水）、MEM…メモリ（検出装置の一部）、MST…計測ステージ（計測部）、MTB…計測テーブル（計測ユニット）、PL…投影光学系、W…ウエハ（基板）、WST…ウエハステージ（基板ステージ）。

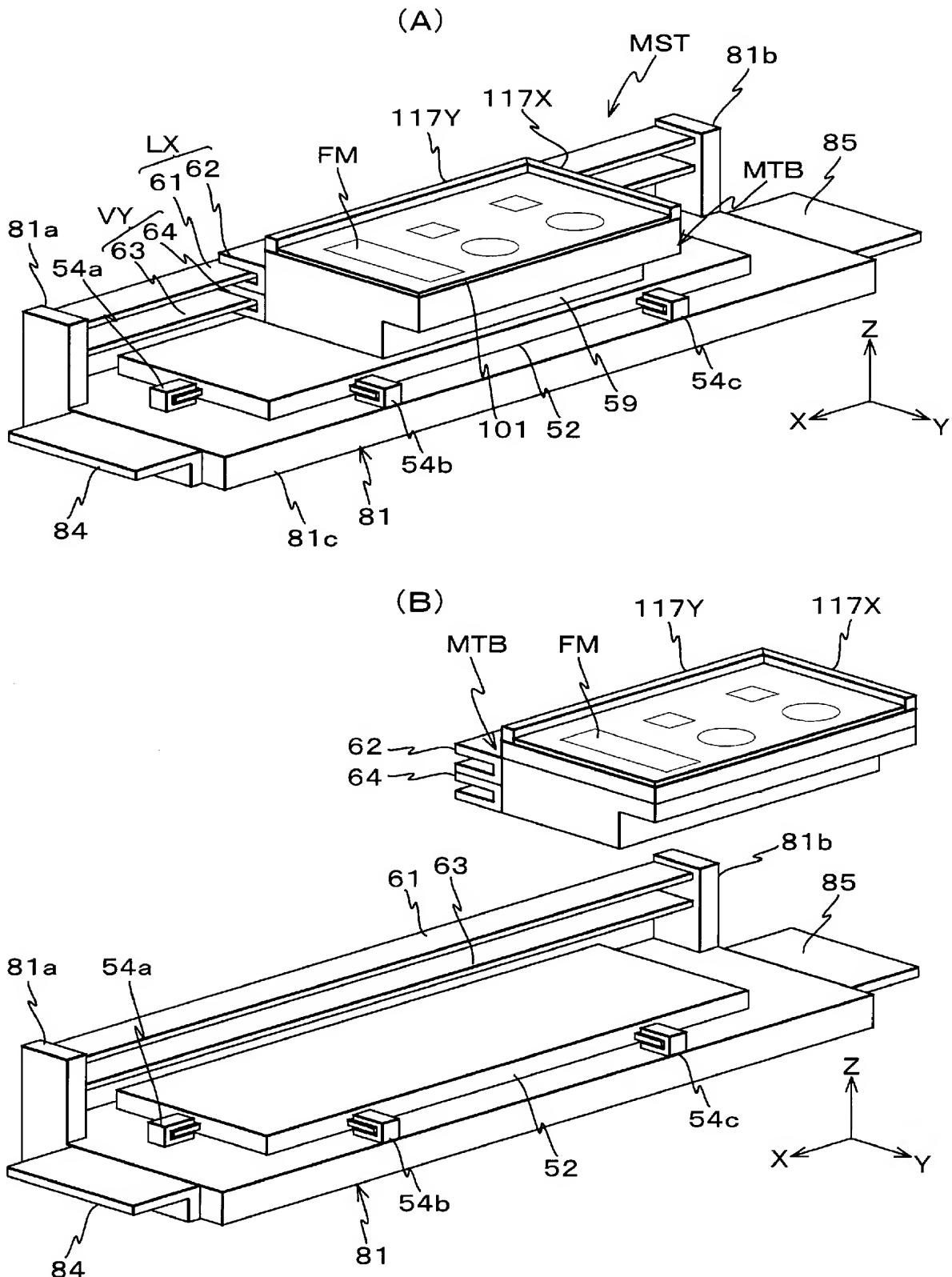
【書類名】 図面
【図 1】



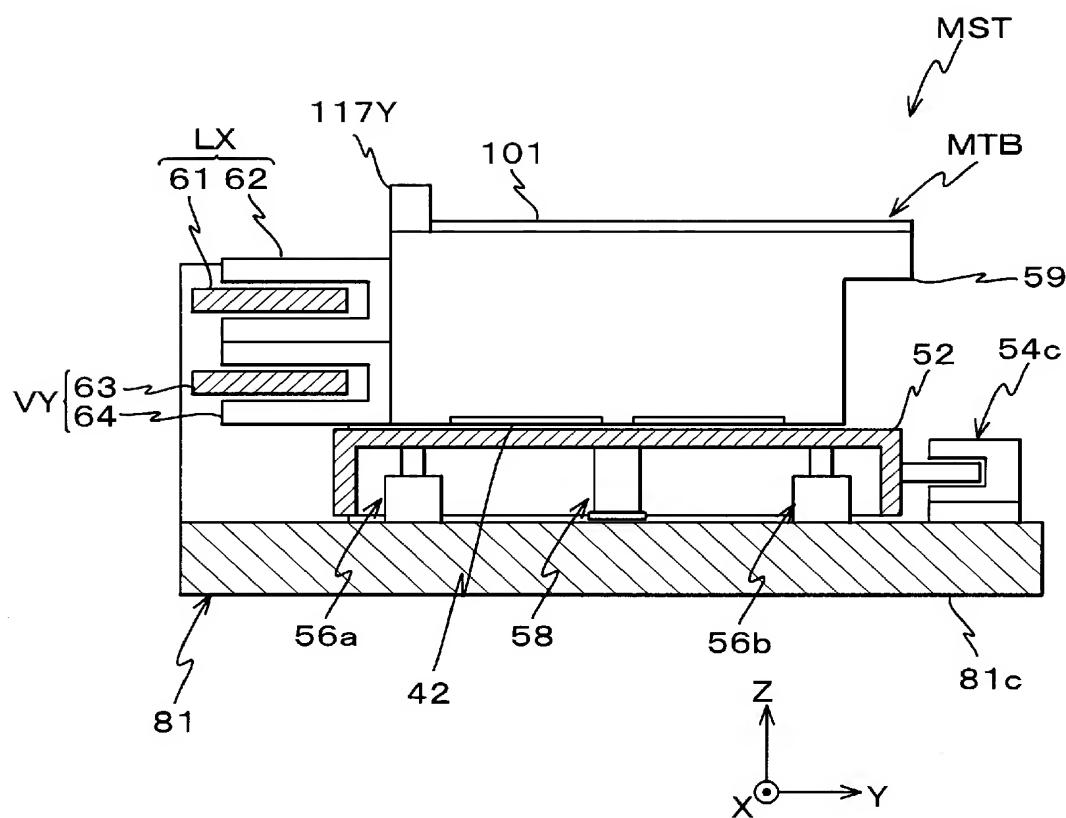
【図 2】



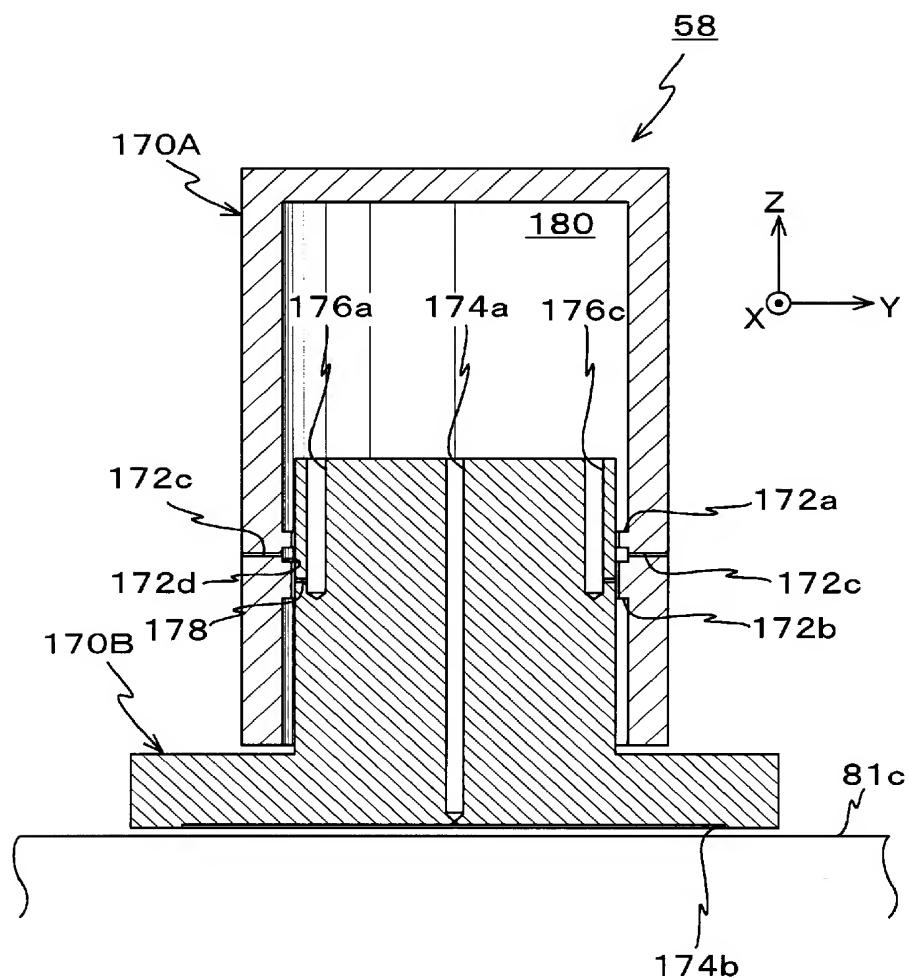
【図3】



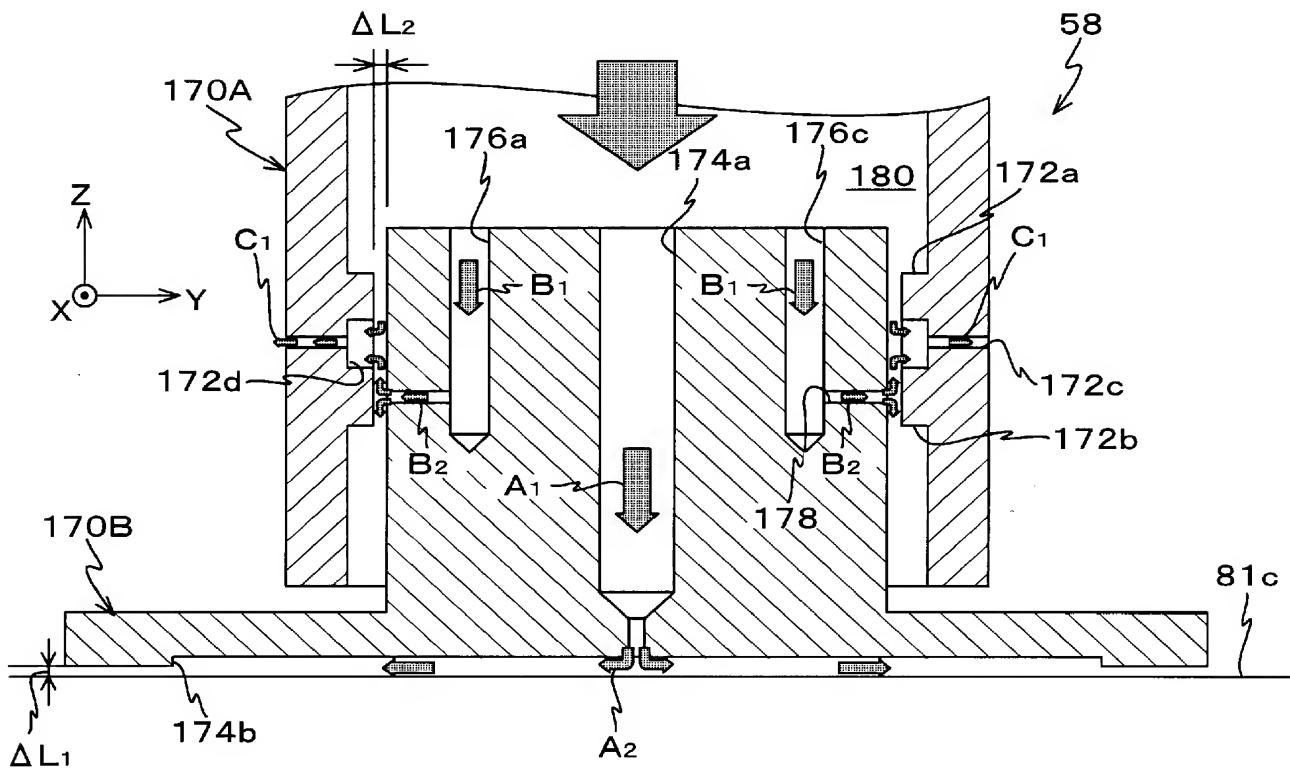
【図4】



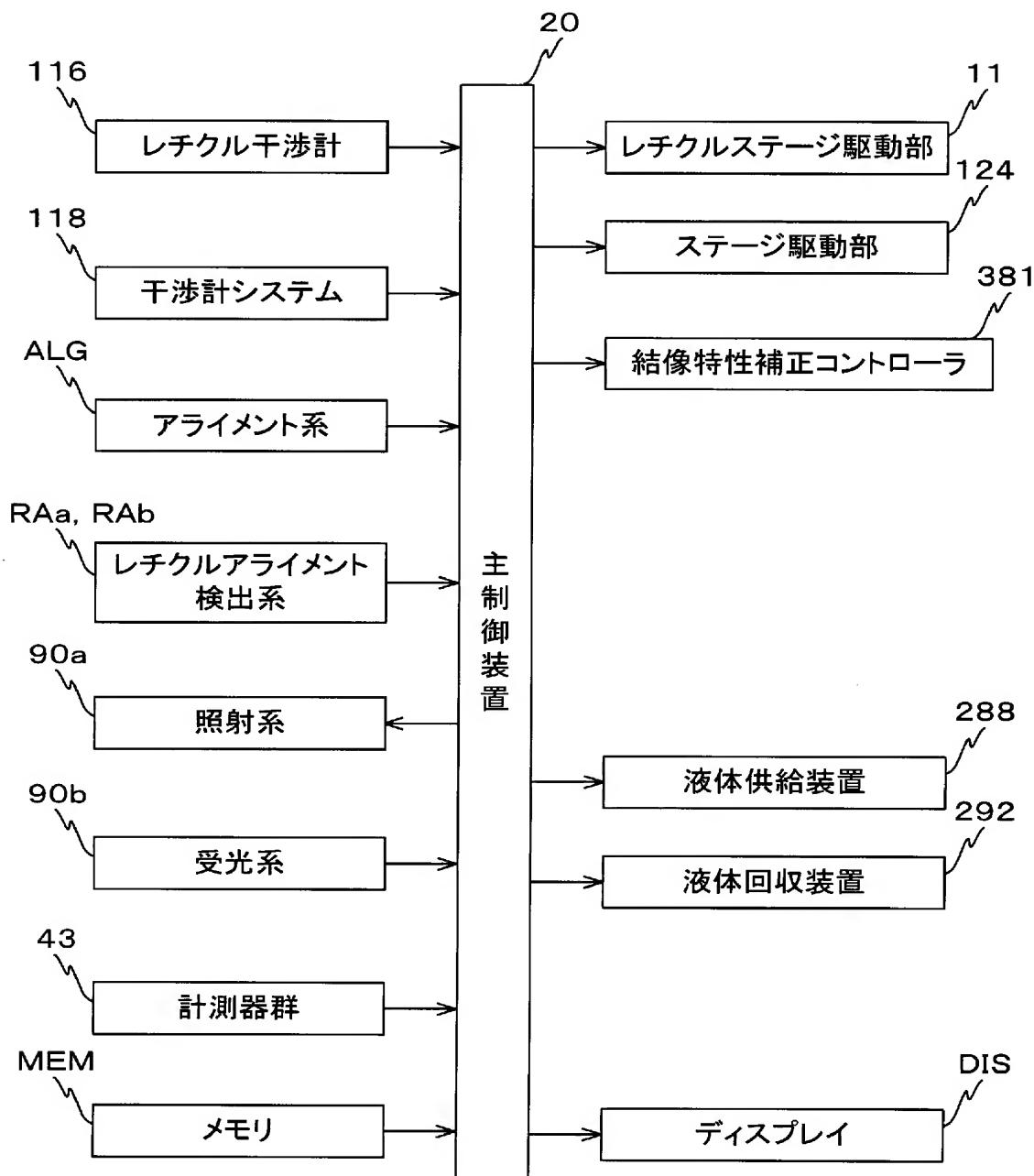
【図 5】



【図 6】

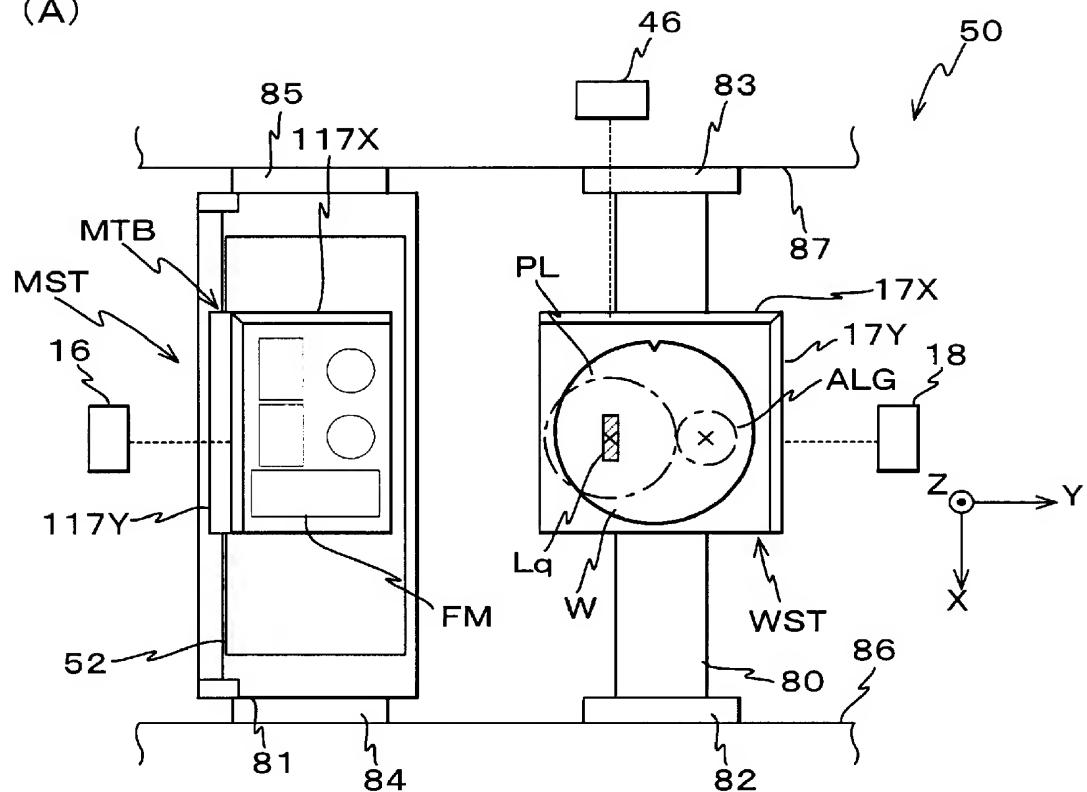


【図 7】

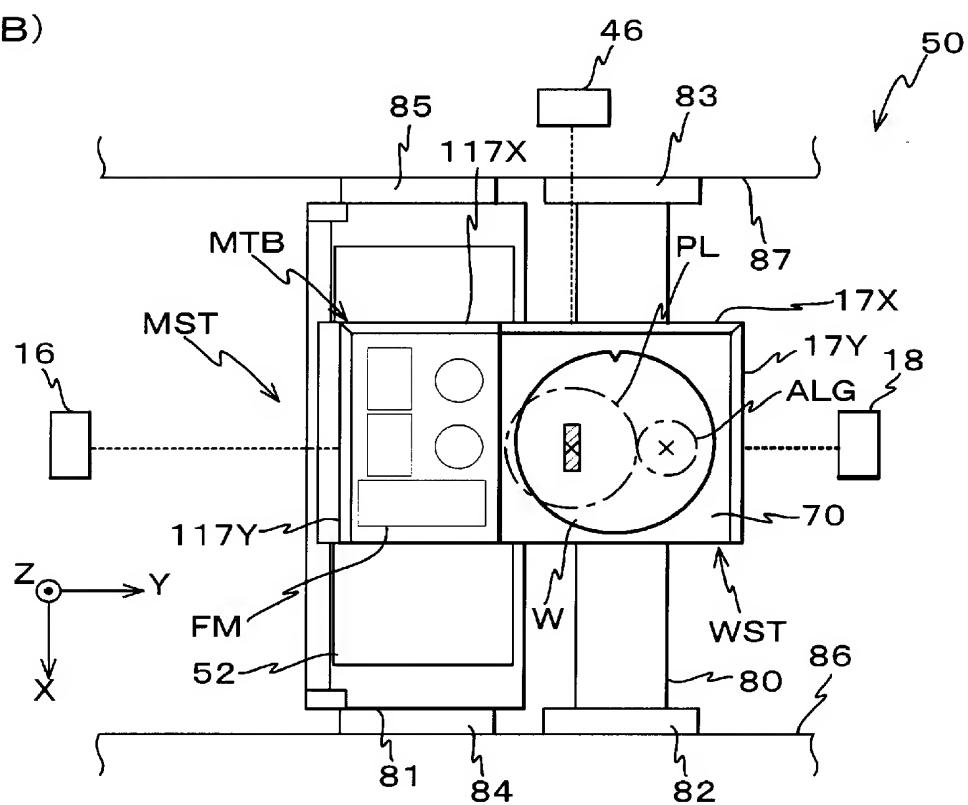


【図8】

(A)

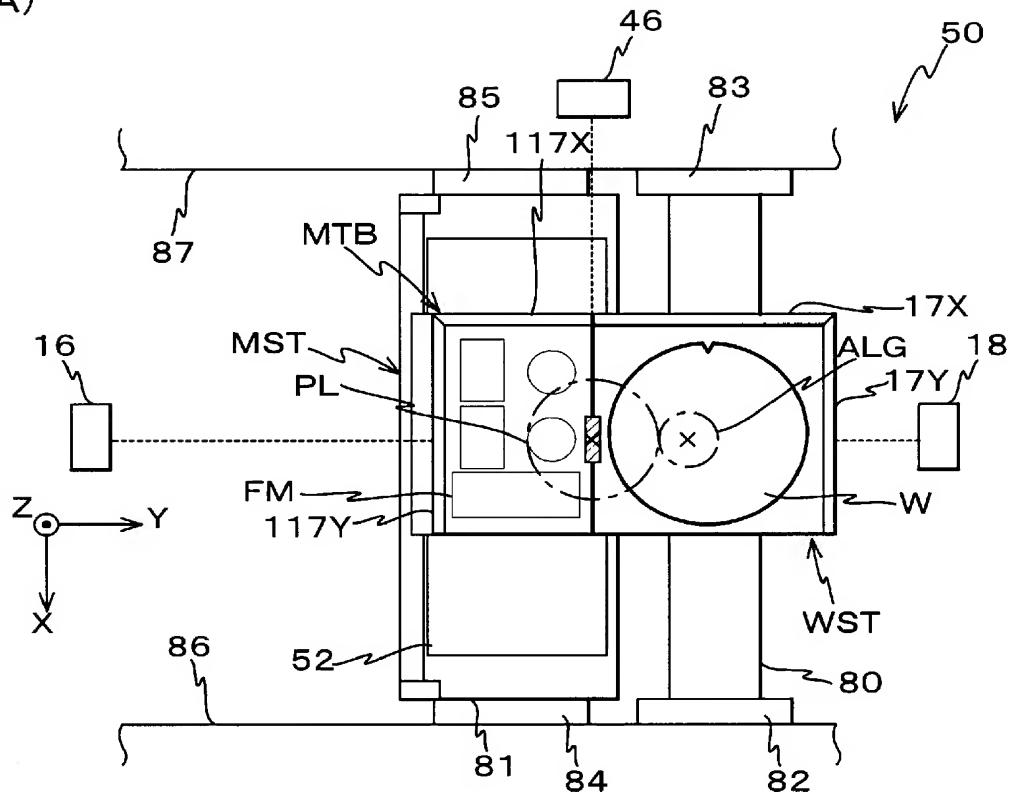


(B)

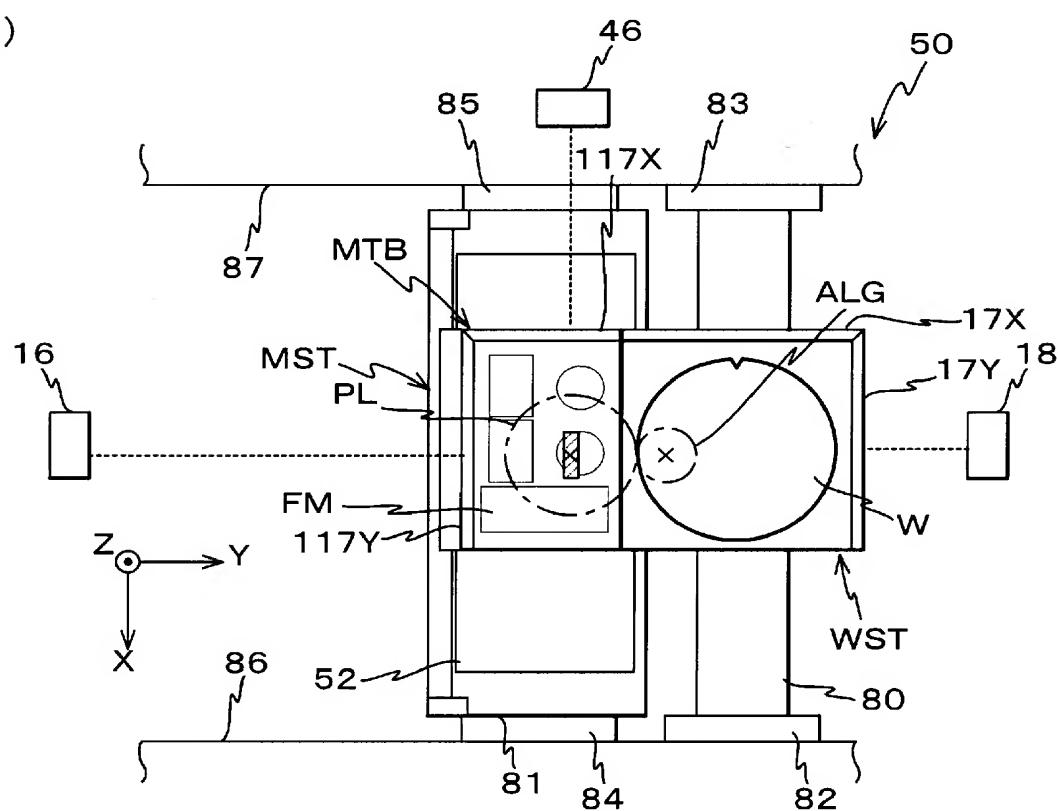


【図 9】

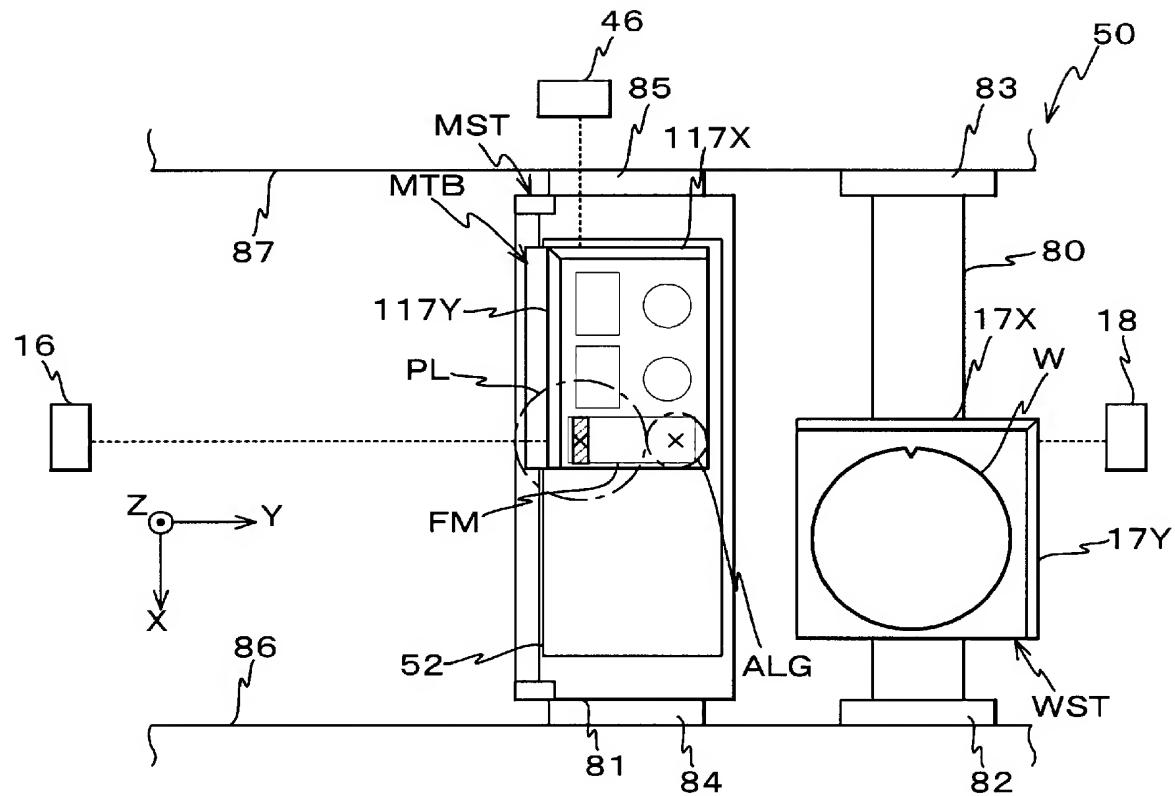
(A)



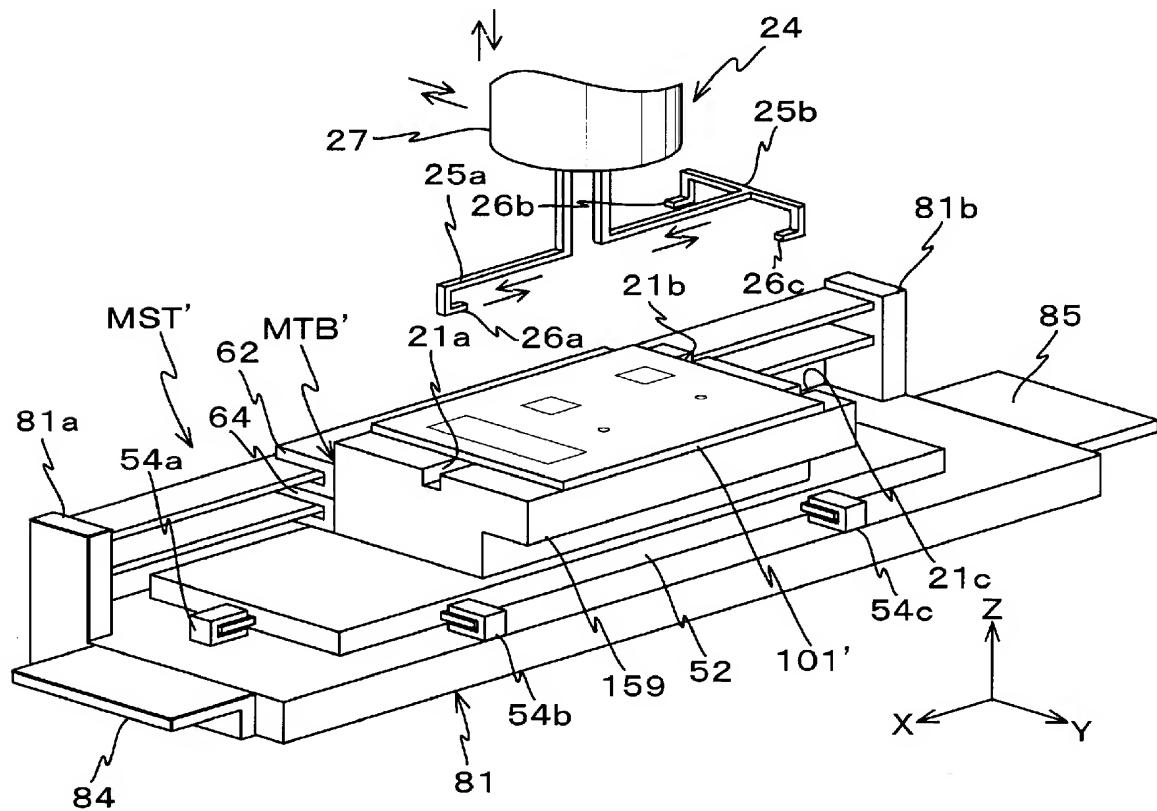
(B)



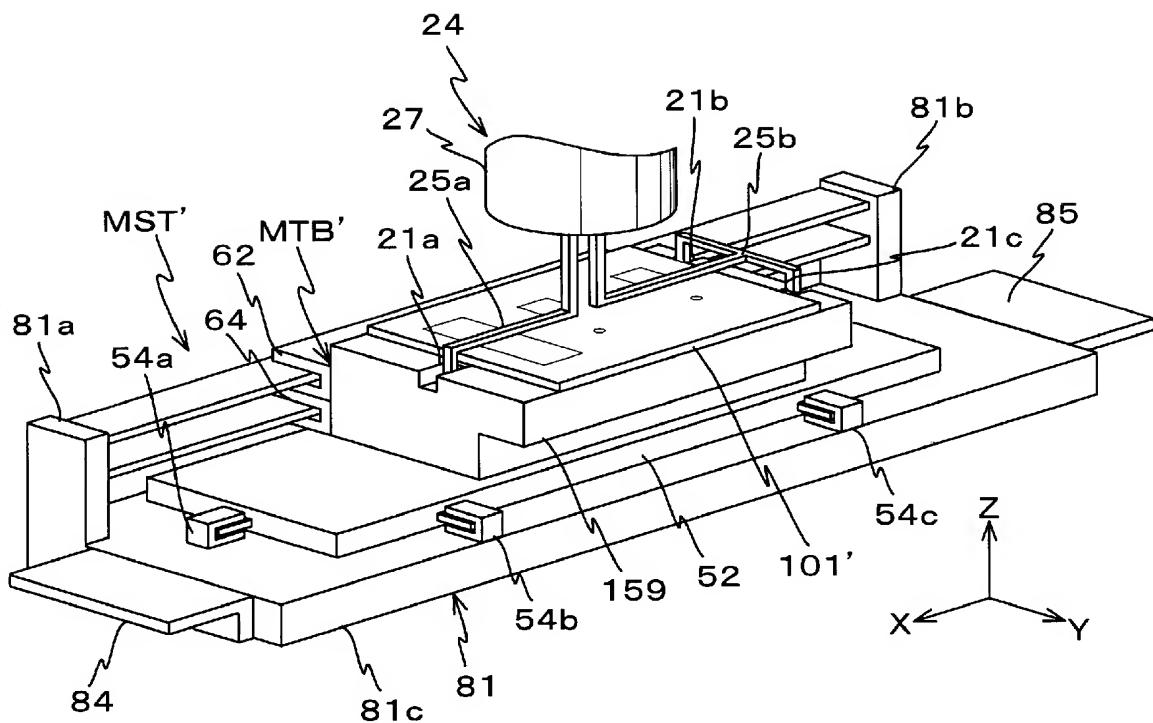
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】露光に関する計測を常時高精度で行うとともに、高精度な露光を維持する。

【解決手段】液体が供給されるプレート101を有し、投影光学系PL及び液体Lqを介して前記露光に関する計測を行う計測ステージMSTのうち、プレートを含む少なくとも一部が交換可能とされている。このため、プレート表面の劣化が生じる以前に、プレートを含む少なくとも一部を交換することで、露光に関する計測を常時高精度に行うことができ、ひいては高精度な露光を維持することが可能である。

【選択図】図1

出願人履歴

000004112

19900829

新規登録

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

株式会社ニコン